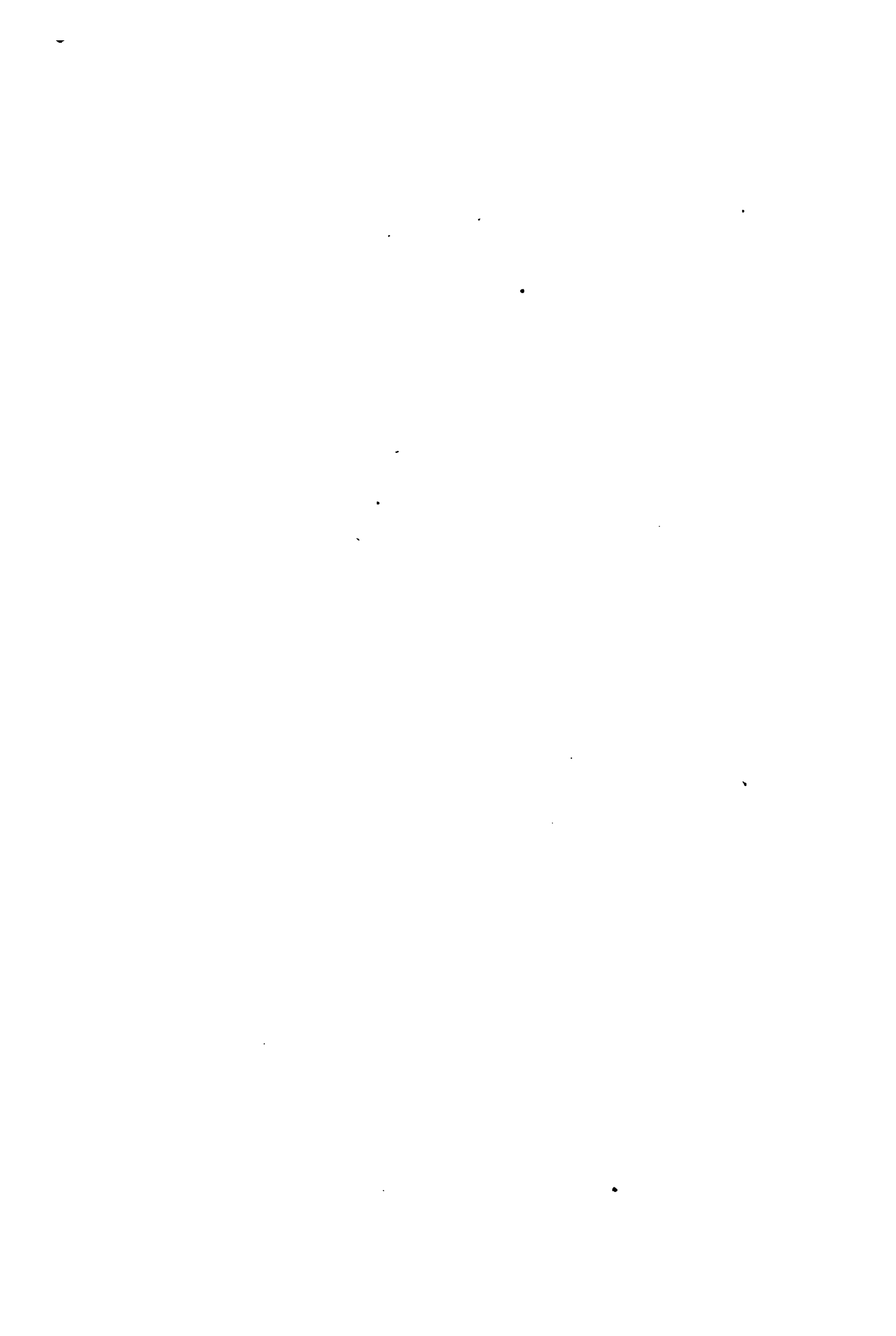
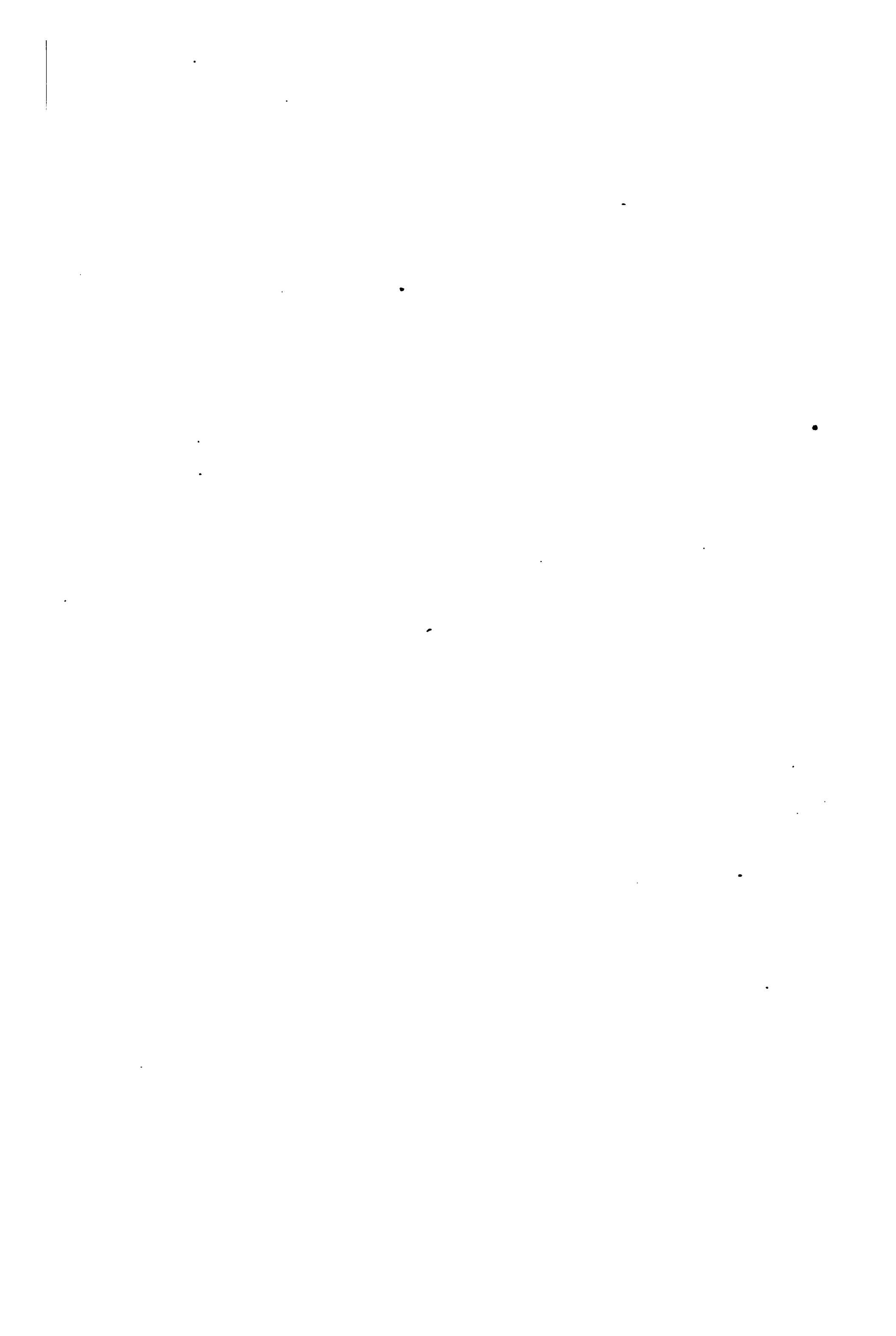



SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BUSSEY INSTITUTION
OF
HARVARD UNIVERSITY.





Lehrbuch

der

Düngerlehre.

Zum Gebrauch bei Vorlesungen

an den höheren landwirthschaftlichen Lehranstalten

und zum

Selbstunterricht

von

Prof. Dr. Eduard Heiden.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Zweiter Band.

Praktischer Theil.

Mit 3 Tafeln Baurissen in Buntdruck.

Hannover.
Verlag von Philipp Cohen.
1887.

Druck von Carl Küster, Hannover.

Vorwort.

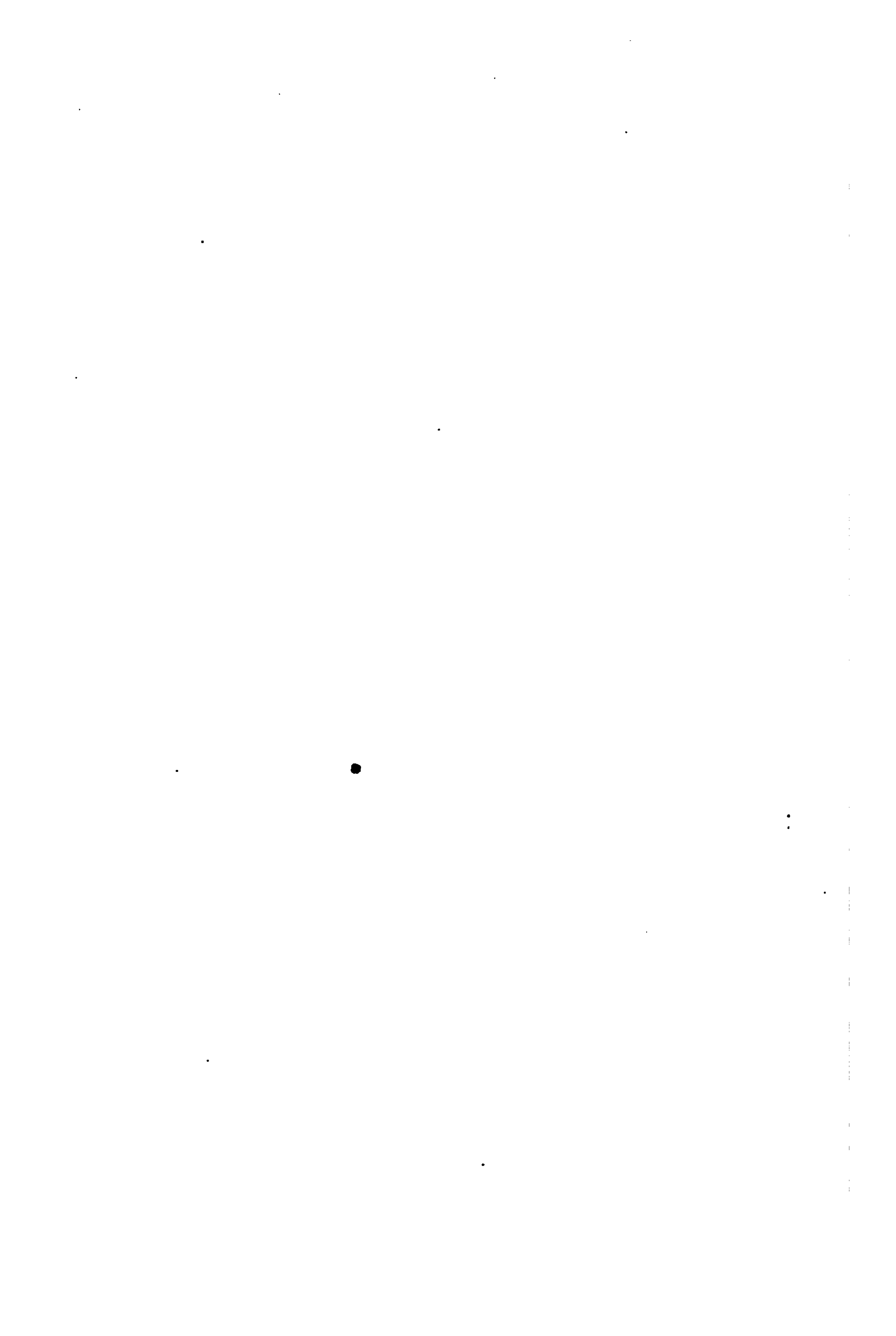
Die Bearbeitung des II. Bandes hat leider wesentlich mehr Zeit in Anspruch genommen, als von vorneherein angenommen war. Dieselben Gründe, welche das Erscheinen des I. Bandes verzögert haben, sind auch beim II. Bande der schnellen Bearbeitung störend gewesen. Einerseits die großen Ansprüche, welche meine dienstliche Stellung an meine Arbeitskraft macht und andererseits die so außerordentlich zahlreichen Arbeiten auf dem betreffenden Gebiete, welche seit dem Erscheinen der ersten Auflage veröffentlicht sind, wodurch vollständige Neu- und Umarbeitung bei vielen Kapiteln nothwendig wurde.

Der II. Band ist deshalb nicht, wie zunächst bestimmt war, in zwei, sondern in drei Abtheilungen erschienen, da die reichhaltige vorliegende Litteratur trotz aller Einschränkung eine starke Vermehrung desselben nothwendig gemacht hat. Die erste Abtheilung des II. Bandes ist aus den angegebenen Gründen 1881, die zweite 1884 und die dritte gelangt erst Anfangs 1887 zum Erscheinen. Selbstverständlich hat die vorliegende Litteratur bei den einzelnen Abtheilungen nur bis zu ihrem Erscheinen unter Berücksichtigung der Zeitdauer der Bearbeitung benutzt werden können.

Was in Betreff der Bearbeitung des Werkes bei der Vorrede des I. Bandes bemerkt worden ist, gilt auch voll für die des II. Bandes.

Versuchsstation Pommritz, im Januar 1887.

Der Verfasser.



Einleitung.

§. 1.

1. Die Begriffsentwickelung.

Wie der erste Band die Bedürfnisse der Pflanzen nach den verschiedenen Richtungen hin zu zeigen versucht hat, so soll der zweite die Befriedigung derselben darthun. Wir haben die Nährstoffe der Pflanze, das Vorkommen derselben in und auf der Erde im Allgemeinen und in der Ackererde im Besonderen, die Art ihrer Aufnahme in die Pflanze, ihre Bedeutung für das Pflanzenleben, ihre Verbreitung und Vertheilung in der Pflanze und die Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit der Zufuhr derselben zum Boden kennen gelernt. Wir haben gesehen, daß die Düngerlehre die Lehre von denjenigen Mitteln ist, durch welche wir einerseits die Fruchtbarkeit der Felder erhalten und wo möglich noch vermehren und andererseits arme Felder ertragsfähiger machen können. Der erste Band hat ferner darzulegen versucht, was unter Fruchtbarkeit eines Feldes zu verstehen ist. Wir sahen, daß der Boden nur dann fruchtbar ist, wenn er die den Pflanzen zu ihrem Gedeihen nothwendigen Nährstoffe in entsprechender Menge und in aufnahmefähigem Zustande enthält, und wenn seine physikalischen Eigenschaften sich dem Pflanzenwachsthume günstig verhalten. Die Mittel, welche zur Erhaltung, resp. Vermehrung der Fruchtbarkeit der Felder dienen sollen, müssen somit sowohl die Pflanzennährstoffe enthalten, als auch auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens günstig influiren. Während so die Aufgabe dieser Mittel eine verschiedenartige ist, so ist auch die Zahl der bis jetzt in Anwendung gekommenen eine sehr große.

§. 2.

2. Die Pflanzennährstoffe in Rücksicht auf die Zufuhr derselben zum Boden.

Was die Pflanzennährstoffe anbetrifft, so haben wir gesehen, daß die Pflanze die folgenden zu ihrem Gedeihen gebraucht:

Kohlenstoff,
Wasserstoff,
Sauerstoff,
Stickstoff,
Schwefel,
Wasser,

Kali, Phosphorsäure,
Natron, Kieselsäure,
Kalkerde, Schwefelsäure,
Magnesia, Chlor,
die Oxyde des Eisens
und des Mangans.

Alle diese Stoffe sind für die Pflanze gleich wichtig, denn fehlt einer derselben, so kann die Pflanze sich nicht normal entwickeln.

Faßt man jedoch das Vorkommen der einzelnen Stoffe in der Pflanze und im Boden in's Auge und untersucht die Nothwendigkeit der Zufuhr derselben zum Boden, so kann man mit Recht von wichtigen und weniger wichtigen sprechen.

Führen wir in Kürze, gestützt auf das im ersten Bande Dargelegte, diese Untersuchung hier aus, so ergiebt sich für die einzelnen Stoffe Folgendes:

1. Kohlenstoff; der Kohlenstoff der Pflanzen stammt von der Kohlensäure, welche die atmosphärische Luft der Pflanzenwelt in hinreichender Menge darbietet. Die Kohlensäure wird durch Blätter und Wurzeln aufgenommen, jedoch nur in den Blättern unter Mitwirkung des Sonnenlichts und Abscheidung eines Theils des Sauerstoffs zerlegt. Der in der Pflanze verbleibende Kohlenstoff dient mit dem anderen Theile Sauerstoff zur Bildung der organischen Bestandtheile der Pflanze. In Hinblick hierauf hat der Landwirth für eine Kohlenstoffzufuhr zum Boden nicht Sorge zu tragen.

In Anbetracht indeß, daß der Humus, die wichtigste Kohlenstoffverbindung des Bodens, für die physikalischen Eigenschaften desselben von hoher Bedeutung ist und durch Zufuhr von Kohlenstoff zum Boden in erster Reihe der Humus vermehrt wird, müssen

wir eine Humusvermehrung des Bodens stets als Bedingung für seine Fruchtbarkeit betrachten und deßhalb auch, soweit wir irgend können, für dieselbe Sorge tragen. Unerwähnt darf ferner nicht bleiben, daß der Humus eine der Kohlensäurequellen des Bodens und der atmosphärischen Luft ist.

2. Wasserstoff und Sauerstoff; beide bilden vereint das Wasser, welches die Hauptquelle für den Wasserstoff und eine der Hauptquellen für den Sauerstoff der Pflanzen ist. Das Wasser dient zum Theil als solches zur Bildung der Pflanzensubstanz, theils wird es zerlegt und der Wasserstoff unter Abscheidung von Sauerstoff für sich von der Pflanze verarbeitet.

Sauerstoff erhält die Pflanze durch die Kohlensäure und das Wasser bereits mehr, als sie gebraucht, da sie ja einen bedeutenden Theil des Sauerstoffes beider Verbindungen durch die Blätter an die atmosphärische Luft abgiebt. Trotzdem bedarf aber die Pflanze noch des freien atmosphärischen Sauerstoffs, ohne den ein Leben unmöglich ist. Freier Sauerstoff ist der Pflanze von dem Augenblicke an, wo der Same derselben dem Boden anvertraut wird, bis zur Vollendung der Fruchtreife unbedingt nothwendig, daher hat der Landwirth dies beim Pflanzenbau wohl zu berücksichtigen.

3. Stickstoff; der Stickstoff kann von der Pflanze leider nur in gebundener Form verarbeitet werden, weshalb der so bedeutende Gehalt der Luft an freiem Stickstoff direkt für das Pflanzenleben ohne Bedeutung ist. Die Verbindungen, in welchen die Pflanzen den Stickstoff aufnehmen, sind Salpetersäure und Ammoniak. Beide Stickstoffverbindungen kommen auch in der atmosphärischen Luft vor und stehen durch den Connex dieser mit Boden und Pflanze letzterer zur Verfügung. Die Menge derselben in der Luft reicht aber leider für das Bedürfniß unserer Kulturpflanzen nicht aus, so daß der Landwirth für eine Zufuhr von Stickstoff zum Boden nothwendigerweise Sorge zu tragen hat. Durchaus nothwendig ist die Stickstoffzufuhr bei den blattarmen, sowie bei denjenigen Pflanzen, welche viel Masse erzeugen sollen, somit bei den Cerealien, Cruciferen, Hack- und Wurzelgewächsen; weniger erforderlich dagegen, ja unter normalen Kulturverhältnissen garnicht, bei den Leguminosen.

4. Das Wasser; trotz der hohen Bedeutung des Wassers für das Pflanzenleben kann der Landwirth doch für die Zufuhr desselben auf seinen Aeckern direkt sehr wenig thun, sondern muß dies vor Allem der Natur überlassen.

Hiernach ist, wenn wir zunächst von dem Schwefel absehen,

von den Stoffen, welche die organischen Bestandtheile der Pflanzen bilden, in erster Reihe der Stickstoff, und in zweiter Reihe der Kohlenstoff zu nennen, und es muß daher der Landwirth bei der Düngung beide in dieser Reihenfolge berücksichtigen.

5. Kali; dieser Körper kommt in den Pflanzen in bedeutenden Mengen vor, ist daher als ein wichtiger Bestandtheil derselben hinzustellen. Im Boden finden wir das Kali im Allgemeinen ebenfalls in verhältnißmäßig nicht unbedeutenden Mengen, so daß unter gewissen Verhältnissen seine besondere Zufuhr zum Boden nicht nothwendig erscheint, d. h. da, wo der Reichthum des Bodens an denselben, günstige Wiesenverhältnisse und keine erhebliche Ausfuhr durch Verkauf von Wurzeln und Knollengewächsen stattfindet; überall da aber, wo diese Bedingungen nicht vorhanden, ist eine besondere Zufuhr von Kali zum Boden angezeigt.

6. Kalkerde und Magnesia; beide Körper kommen in den Pflanzen in geringeren Mengen als das Kali vor, dagegen vielfach vor Allem die Kalkerde im Boden in größeren Mengen als jenes, hieraus folgt, daß die Zufuhr derselben im Allgemeinen auch weniger nothwendig als die des Kali sein kann, und somit beide bei der Düngung erst die zweite Stelle einnehmen werden.

In Betreff des Kalks gilt dies indeß nur von demselben als direktem Pflanzennährstoff. Ziehen wir dagegen auch seine so hochwichtigen physikalischen und chemischen Wirkungen in dem Boden in Betracht, so ergiebt sich die Nothwendigkeit der zeitweisen Zufuhr von Kalk zum Boden.

7. Natron; diese Basis kommt in den Pflanzen meistens nur in geringeren Mengen, dagegen in allen Böden in verhältnißmäßig größeren Mengen vor, weshalb eine Zufuhr desselben zum Boden in der Regel sich als nicht nothwendig herausstellt.

8. Dasselbe gilt von den Oxyden des Eisens und des Mangans.

9. Phosphorsäure; diese Säure kommt in allen Pflanzen und Pflanzentheilen stets in erheblichen Mengen vor, findet sich dagegen in den Böden stets nur in geringeren Mengen; deshalb ist eine Zufuhr derselben zum Boden durchaus nothwendig, und dieselbe bei der Düngung stets in erster Reihe zu berücksichtigen.

10. Die Schwefelsäure; der Schwefelgehalt der Pflanze ist ein niedrigerer als der an Phosphor; im Boden finden wir dagegen in der Regel mehr Schwefelsäure als Phosphorsäure; aus diesem Grunde ist die Schwefelsäure bei der Düngung erst in zweiter Reihe zu berücksichtigen.

11. **Kieselsäure**; diese Säure finden wir in einigen Pflanzenfamilien in bedeutenden Mengen, in anderen dagegen nur in sehr geringen; im Boden ist sie dagegen stets in größeren Mengen vorhanden, weshalb sie bei der Düngung erst die dritte und kaum diese Stelle einnehmen wird.

12. **Das Chlor**; vom Chlor gilt das beim Natron Angeführte, mit dem es als Chlornatrium mit zu den verbreitetsten Körpern der Erde gehört.

Die unorganischen Nährstoffe der Pflanze sind hiernach in Betreff ihrer Zufuhr zum Boden in vier Klassen zu theilen, und zwar kommen in die

erste: Phosphorsäure, Kali, Kalkerde,
zweite: Schwefelsäure, Magnesia,
dritte: Kieselsäure, Natron, Chlor,
vierte: Eisen und Mangan.

§. 3.

3. Eintheilung der Dungstoffe.

Die bis jetzt in Anwendung gekommenen Mittel zur Erhaltung, resp. Erhöhung der Fruchtbarkeit der Felder sind der Zahl nach sehr bedeutend und ihrer Natur nach sehr verschieden. Für die Besprechung derselben ist es nothwendig, sie in gewisse Gruppen zu bringen, was auch schon mehrfach versucht worden ist, jedoch, wie ich glaube sagen zu können, nicht mit recht günstigem Erfolge. Aus diesem Grunde habe ich versucht, eine andere Art der Eintheilung zu befolgen, wie sie zum Theil von Moser vorgeschlagen ist.

Je nachdem wir die Fruchtbarkeit der Felder durch Zufuhr von Dungstoffen durch Menschenhand von außen her erhalten, resp. erhöhen wollen, oder dasselbe durch verschiedene Manipulationen mit dem Boden zu bewerkstelligen versuchen, theile ich diese verschiedenen Mittel zunächst in zwei Hauptgruppen, und nenne die eine Düngung im engeren Sinne und die andere Düngung durch den Boden. Unter Düngung im engeren Sinne verstehe ich die Düngung mit den Dungstoffen, welche der Boden von außen her durch Menschenhand erhält; unter Düngung durch den Boden dagegen alle die Manipulationen, durch welche im Boden Dungstoffe für die Pflanze aufnehmbar gemacht werden.

Die Düngung im engeren Sinne zerfällt dann zunächst wieder in zwei Hauptgruppen, welche ich kurz mit dem Namen „absolute“ und „relative“ Dungmittel bezeichne. Unter

„absoluten Dungmitteln“ verstehe ich diejenigen Dünger, welche alle Pflanzennährstoffe, vor Allem die wichtigsten, in hinreichender Menge und in aufnehmbarfähigem Zustande enthalten und ferner ihrer Natur nach auch auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens günstig influiren. Hierher gehören:

1. der Stallmist,
2. die Excremente der Menschen und
3. der Compostdünger.

Unter „relativen Dungmitteln“ sind dagegen diejenigen verstanden, welche nicht alle Pflanzennährstoffe enthalten, und deren physikalische Wirkung nur eine theilweise ist, oder die vor Allem wegen dieser angewendet werden.

Die „relativen Dungmittel“ zerfallen zunächst wieder in zwei Gruppen, nämlich in die vor Allem direkt und in die vor Allem indirekt düngend Wirkenden.

Zu den vor Allem „direct“ düngend Wirkenden gehören:

1. die Excremente der Vögel — Guano,
2. die phosphorsäurereichen Dungstoffe,
3. die stickstoffreichen Dungstoffe,
4. die kalihaltigen Dungstoffe,
5. Abfälle von technischen Gewerben, und zwar:
   a. pflanzlichen und
   b. thierischen Ursprungs,
6. Holz-, Torf-, Braun- und Steinkohlenasche.

Zu den vor Allem „indirect“ düngend wirkenden Dungstoffen gehören:

1. Gyps,
2. gebrannter Kalk,
3. kohlensaurer Kalk,
4. Mergel,
5. Moder,
6. Kochsalz.

Die Düngung durch den Boden umfaßt:

1. die Düngung durch die Rückstände der Ernten,
2. die Gründung,
3. die Brache,
4. das Erdbrennen,
5. die Drainage,
6. die Trockenlegung,
7. die Bewässerung,
8. das Pflügen und Eggen.

Erste Abtheilung.

Dünger im engeren Sinne.

Erster Abschnitt.

Absolute Dungmittel.

I. Der Stallmist.

Kapitel I.

Die Excremente der Haussäugethiere und die Einstreu-Materialien.

§ 4.

Der Stalldünger wird von den festen und flüssigen Excrementen unserer Haussäugethiere und der dieselben aufsaugenden und sie zertheilenden Einstreu gebildet. Um nun ein klares Bild von dem Stallmist zu erhalten, müssen wir uns zunächst mit den beiden Factoren, welche ihn bilden, einzeln bekannt machen; diese sind also die Excremente der Haussäugethiere und die Einstreu.

I. Die Excremente der Haussäugethiere.

Um sich eine deutliche Vorstellung über die Beschaffenheit und den Werth der Excremente zu verschaffen, genügt die Betrachtung der über dieselben vorliegenden Analysen nicht, sondern der einzige, richtige Weg zur wahren Erkenntniß der Excremente ist die Untersuchung der Art der Entstehung derselben im thierischen Körper, oder, mit andern Worten, die Verfolgung der Umwandlungen und Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe bei ihrem Laufe durch den thierischen Körper erleiden; daher müssen wir zunächst diese in Kürze vorführen.

A. Die Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe bei ihrem Laufe durch den thierischen Körper erleiden. — Die Ernährung.

§. 5.

1. Allgemeine Betrachtung.

Das Leben der Thiere beruht auf einem fortwährenden und gegenseitigen Verbrauch und Wiederersatz. Jede, auch die geringste Thätigkeit, welche vom thierischen Körper ausgeübt wird, ist nur durch den Verbrauch von Körpertheilen, durch die Zerstörung der Bestandtheile derselben möglich. Wir wissen, daß die Kohle, welche im Ofen verbrennt, nur eine ihrer Quantität und Qualität entsprechende Wärmemenge erzeugen kann; dasselbe gilt vom thierischen Körper; auch dieser kann nur dem Verbrauche von Bestandtheilen des Körpers äquivalent Thätigkeiten hervorbringen. Die Thätigkeiten des thierischen Körpers bestehen in Bewegungs- und Wärme-Effecten.

Da der thierische Körper also fortwährend Bewegungs- und Wärme-Effecte zum Fortbestehen des Lebens produciren muß, und diese aus der Zerstörung der Materie des thierischen Körpers hervorgehen, so folgt hieraus nothwendiger Weise, daß wir dem Organismus zur Erzeugung dieser fortwährend verbrauchten Materie stetig Stoffe zuführen müssen; geschieht dies nicht, so muß nach einer gewissen Zeit ein Stillstand in den Functionen, der Tod, eintreten. Dieser Ersatz des von dem Körper Verbrauchten geschieht durch die Nahrung.

Wie wird die Nahrung im thierischen Körper verändert, um in demselben Ersatz für das Verbrauchte bieten zu können? Die Beantwortung dieser Frage zeigt uns die Phasen, welche die Nahrungsmittel im Organismus durchwandern, bevor sie zur Erzeugung der verbrauchten Körpertheile dienen können und dadurch zugleich die Entstehung der Excremente.

§ 6.

2. Die Verdauung.

Die Aufgabe der Verdauung der Nährstoffe ist die Bildung von Blut, dieses mächtigen Lebensstromes des thierischen Körpers. Viele der verschiedenartigsten und mannigfaltigsten Processe müssen sich aber vereinigen, bevor aus der Nahrung Blut erzeugt wird.

a. Veränderungen des Futters im Maule. — Bereitung des Speisebreies.

Die Verdauung beginnt mit der Aufnahme der Nahrung, des Futters, mit dem Maule; hier wirken die Zähne und der Speichel auf dieselbe ein. Die Zähne haben das Futter zu zerreißen und zu zermahlen. Die Hauptwirkung des Speichels ist ebenfalls eine mechanische, nämlich die Aufweichung der Nahrungsmittel, die als eine Vorbereitung zu der unentbehrlichen Auflösung, welche die Nahrung erleiden muß, angesehen werden kann. Außerdem wirkt der Speichel auch chemisch auf die Nahrung ein, z. B. durch Verwandlung von etwas Stärke in Zucker; jedoch steht diese Wirkung durchaus nicht mit der vorherbezeichneten in gleicher Linie. Der Speichel vermittelt ferner die Geschmacksempfindung, indem er die löslichen Stoffe löst und so den Geschmacksnerven zuführt.

§. 7.

b. Veränderungen der Nahrung im Magen. — Chymus-Bildung.

Die im Maule zerkleinerten und zermahlenen, durch den Speichel eingeweichten Nahrungsstoffe gelangen dann mit dem Speichel durch die Speiseröhre in den Magen, um hier weiteren Veränderungen entgegenzugehen. Die Wirkung des Magens auf den Speisebrei ist eine mechanische und chemische; die mechanische besteht in einer weiteren Zerkleinerung der Nahrung — je weniger dieselbe im Maule vor sich gegangen ist, um so mehr hat somit der Magen in dieser Richtung zu leisten und umgekehrt —; diese weitere Zerkleinerung führt der Magen durch die rotirende Bewegung aus, in welche er den Speisebrei durch die abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung der Längs- und Querfasern seiner Muskelhaut versetzt; hierdurch wird der Speisebrei, wie Beaumont sich ausdrückt, gebuttert. Die Nahrung wird somit durch diese Thätigkeit des Magens gut gemahlen, zerkleinert und innig mit dem Magensafte vermischt, welchem die chemische Wirkung auf die Nahrnng überlassen ist. Der Magensaft, ein saures Sekret der Magendrüsen, welches in größter Menge bei gefülltem Magen abgesondert wird, enthält einen ihm eigenthümlichen Körper, das Pepsin, welches im Verein mit der Säure des Magens die Eigenschaft besitzt, die Eiweißkörper aufzulösen, Stärke u. s. w. in Dextrin und Zucker, und Rohr- in Traubenzucker (Milchsäure) zu verwandeln. Die löslich gemachten Eiweißkörper, welche den Namen Peptone — Albuminose —

führen, sind an sich wenig verändert, indem sie, sowie sie in's Blut treten, wieder in ächte Proteinkörper verwandelt werden. Die Haupteigenschaft der Veränderung besteht darin, daß sie löslich und so diffundirbar geworden sind, was auch der Zweck der Pepton-Erzeugung zu sein scheint.

Zur Erklärung der Wichtigkeit dieser Eigenschaft muß noch angeführt werden, daß der Uebergang der Flüssigkeiten im thierischen Körper aus dem Verdauungsbehälter ins Blut nicht durch Oeffnungen sondern direct durch die thierische Haut erfolgt, welche, wie die pflanzliche Membran, die Eigenschaft besitzt, Flüssigkeiten, welche sie trennt, sich gegenseitig austauschen zu lassen.*)

Die Menge des secernirten Magensaftes ist eine sehr bedeutende; nach Harley sondert ein Thier $^1/_{10}$ seines Gewichtes ab. Vom Magensafte werden nun nicht die sämmtlichen Proteinkörper gelöst, sowie alles Stärkemehl ꝛc. in Dextrin und Zucker u. s. w. verwandelt, sondern nur ein Theil dieser Stoffe; das andere verbleibt dem Darmkanal, in dem jetzt die weitere Veränderung des Speisebreies, welcher bei seinem Eintritt in den Darm den Namen Chymus führt, erfolgt.

§. 8.

c. Veränderungen des Chymus im Darmkanal. — Chylus-Bildung.

Im Darmkanal wirken 3 Sekrete verändernd auf den Chymus ein: die Galle, das Sekret der Leber, die Pankreas-Flüssigkeit, das Sekret der Bauchspeicheldrüse und der Darmsaft.

Die Hauptwirkung der Galle besteht, soweit bis jetzt bekannt, in Beschleuniguug der Aufnahme des Fettes durch die thierische Haut, in Verflüssigung und Scheidung des Chymus in die resorbirbaren und nicht resorbirbaren Theile, in Anregung der peristaltischen Bewegungen des Darmkanals, durch welche die Bewegung des Chymus im Darm hervorgebracht wird, und der Absonderung des Darmsaftes; dann wirkt sie noch antiseptisch.

Die Thätigkeit des pankreatischen Saftes erstreckt sich vor Allem auf Verwandlung des Stärkemehls (Cellulose) in Dextrin und Zucker und auf das Fett, welches in eine Emulsion übergeführt und so diffundirbar wird.

Der Darmsaft, dessen physiologische Bedeutung ebenfalls

---

*) Siehe Bd. I. p. 275 u. f.

noch nicht vollständig erkannt ist, wirkt auf die Eiweißkörper und das Stärkemehl ein, löst erstere und verwandelt dieses in Zucker.

Durch diese drei Sekrete werden somit fernere Mengen von den Eiweißkörpern, den Kohlehydraten und den Fetten gelöst und diffundirbar gemacht.

Der durch die Wirkung derselben veränderte Chymus führt den Namen Chylus, so daß man also kurz sagen kann, der Chymus wird im Darmkanal in Chylus verwandelt.

§. 9.

d. Der Chylus.

Die Chylus gewordene Nahrung wird darauf von den Chylusgefäßen, dem Gefäßsysteme der Lymphgefäße angehörig, welche sich durch den ganzen Körper erstrecken, oder gleich von den Blutgefäßen aufgenommen, in jenen weiter verändert und schließlich den Blutgefäßen und zwar den Venen zugeführt.

§. 10.

e. Die festen Excremente.

Die von den Verdauungssäften nicht gelösten Bestandtheile des Futters treten am Ende des Darms, am After, mit einem Theile der Verdauungssäfte als feste Excremente aus dem Körper.

§. 11

f. Aufnahme der gelösten Theile der Nahrung von den Gefäßen.

Da aus der bisherigen Darstellung hervorgehen könnte, als müßte die gesammte Menge der Nahrung den eben beschriebenen Verlauf nehmen, bevor sie in die Chylus-, resp. Blutgefäße gelange, so muß noch hervorgehoben werden, daß Magen und Darmkanal von Chylus- und Blutgefäßen umgeben sind, und daß somit die löslich gewordenen Bestandtheile der Nahruug auf dem ganzen Wege durch Magen und Darmkanal resorbirt werden.

§. 12.

g. Blutkreislauf.

Die entweder direct oder durch Vermittelung der Chylusgefäße in die Blutgefäße geführten gelösten Bestandtheile der

Nahrung gelangen zunächst in das System der Pfortader, werden von dieser zur Leber geleitet, treten aus dieser durch die untere Hohlvene in die rechte Vorkammer des Herzens, dann zur rechten Herzkammer, aus dieser durch kräftige Zusammenziehung des Herzens in die Lungenarterie, aus dieser in die Lungen, aus den Lungen durch die Lungenvene zurück zur linken Vorkammer des Herzens und aus dieser in die linke Herzkammer; — kleiner Blutlauf. Durch kräftige Zusammenziehung der linken Herzkammer wird das Blut dann in die Arterien geführt und macht seinen Kreislauf durch den Körper; — großer Blutumlauf; hierbei gelangt es schließlich aus den feinen Capillarien der Arterien wieder in die der Venen, um so von Neuem zum Herzen zurückzukehren und seinen Kreislauf von vorne zu beginnen. Auf diesem Kreislaufe durch den Körper in den Arterien giebt das Blut an denselben fortwährend Stoffe ab, nimmt dagegen (in den Venen, resp. Lymphgefäßen) verbrauchte Körpertheile auf. Die vom Blute an die Körpertheile abgegebenen Stoffe treten durch die Wandungen der Gefäße durch und werden in den Geweben in Körpertheile verwandelt. Die von dem Körper verbrauchten Stoffe, welche von den feinen Capillarien der Venen und Lymphgefäße aufgenommen werden, gelangen in die Pfortader, in die ferner das Blut aus der Milzvene tritt; diese führt dasselbe dann in die Leber, wo mannigfaltige Veränderungen mit demselben vorgehen (Bildung von Galle und Blutzellen), aus der Leber wird dann das Blut wieder durch die Lebervene zum Herzen geführt.

§. 13.

h. Der Harn.

Die von den Geweben abgeschiedenen Stoffe werden im Blute noch höher oxydirt (durch den im Blut enthaltenen Sauerstoff) und treten schließlich durch Haut und Lunge, sowie durch den Harn, welcher in den Nieren abgesondert wird, aus dem Körper.

Der Harn repräsentirt somit die von dem Körper gelösten, ge- und verbrauchten Bestandtheile der Nahrung, während die festen Excremente, wie wir gesehen haben, die von den Verdauungssäften nicht gelösten, von dem Körper also nicht gebrauchten Theile der Nahrung im Verein mit einem Theil der Verdauungssäfte darstellen.

§. 14.

i. Beziehung zwischen Nahrung und Excrementen.

Bedenken wir, daß ein ausgewachsenes Thier bei normaler Ernährung das Gewicht seines Körpers in kleinen Intervallen entweder gar nicht, oder wenigstens nur unbedeutend verändert, so folgt daraus, daß die sämmtlichen Ausscheidungen aus dem Körper die Stoffe repräsentiren müssen, welche dem Thiere in Form der Nahrung gegeben worden sind.

Dies eben Gesagte findet natürlich bei Thieren in dem Mastungs-Processe, bei weiblichen Thieren während der Trächtigkeit, und im jugendlichen Alter keine Anwendung; hier giebt der Körper in den sämmtlichen Abscheidungen weniger ab, als er in der Nahrung erhalten hat: das Umgekehrte gilt von alten Thieren, wo durch die Excremente dem Thiere mehr ent-, als ihm durch die Nahrung zugeführt wird.

Wir sahen soeben, daß durch die sämmtlichen Ausscheidungen des thierischen Körpers all die Stoffe wieder erhalten werden, welche er in Form der Nahrung aufgenommen hat. Unter dem Ausdruck „die sämmtlichen Ausscheidungen" sind aber nicht nur die festen und flüssigen Excremente des thierischen Körpers verstanden, sondern hierher gehören auch die Stoffe, welche derselbe durch Haut und Lunge jeden Augenblick verliert, und welche in ihrer Quantität bedeutend sind. Diese gasförmigen Ausscheidungen bestehen vorherrschend aus Verbindungen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs, zu denen früher noch als vierter der Stickstoff gerechnet wurde, welcher aber nach den neuesten Untersuchungen, als nicht hierher gehörig, angesehen werden muß.

§. 15.

k. Die gasförmigen Ausscheidungen aus dem thierischen Körper.

Da für die weitere Betrachtung des Stalldüngers die Feststellung der Menge und Art von Stoffen, welche der thierische Körper durch Haut und Lunge verliert, von Wichtigkeit ist, so führe ich im Nachfolgenden einige Untersuchungen über diesen Gegenstand an.

§. 16.

α. Die Versuche Boussingault's.

Boussingault bestimmte bei einer Kuh und einem Pferde während dreier Tage, nachdem beide mit derselben Nahrung bereits wenigstens einen

Monat lang ernährt worden waren, die in der Nahrung und in den Excrementen enthaltenen Mengen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Wasser und Aschenbestandtheilen und erhielt hier die auf der folgenden Tabelle verzeichneten Resultate. Bemerkt muß noch werden, daß die Thiere bei den Versuchen mit derselben Nahrung ihr Körpergewicht nicht merklich verändert hatten, weshalb angenommen werden kann, daß dieses auch während der 72 Stunden des Versuchs dasselbe geblieben ist.

Bei einem Pferde in 24 Stunden:

Nahrungsmittel und Excremente.	Gewicht im feuchten Zustande. Grm.	Gewicht im trockenen Zustande. Grm.	Elementarbestandtheile. Kohlenstoff. Grm.	Wasserstoff. Grm.	Sauerstoff. Grm.	Stickstoff. Grm.	Salze und Erden. Grm.
Heu und Hafer . .	9770	8392	3938	446	3209	139	659
Feste Excremente und Urin	15580	3827	1473	191	1363	116	685
Differenz:	+5810 59,5%	—4565 54,4%	—2465 62,6%	—255 57,2%	—1846 57,5%	23 16,5%	+26

Bei einer Kuh in 24 Stunden:

Nahrungsmittel und Excremente.	Gewicht im feuchten Zustande. Grm.	Gewicht im trockenen Zustande. Grm.	Kohlenstoff. Grm.	Wasserstoff. Grm.	Sauerstoff. Grm.	Stickstoff. Grm.	Salze und Erden. Grm.
Kartoffel und Grummetheu	22600	10485	4813	596	4035	202	840
Feste Excremente, Urin und Milch . .	45152	6111	2602	332	2083	175	920
Differenz:	+22652	—4374 58,3%	—2211 45,9%	—264 44,3%	—1952 48,4%	—27 13,4%	+80

Wasser, welches das Pferd durch die Nahrung empfing und durch die Excremente abgab:			Wasser, welches die Kuh durch die Nahrung empfing und durch die Excremente und Milch abgab:		
Wasser im Heu, Hafer und Wasser . . .	17483	Grm.	Wasser in den Kartoffeln, Grummetheu und Wasser .	72015	Grm.
Wasser im Urin und den festen Excrementen	11753	"	Wasser in den Excrementen und der Milch	39040	"
Durch Haut und Lunge transpirirtes Wasser	5730	"	Durch Haut und Lunge transpirirtes Wasser	32975	"

Boussingault schließt aus diesen Versuchen, daß die Elementarstoffe, also Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, welche in den Excrementen (resp. Milch) weniger als in der Nahrung gefunden wurden, durch Haut und Lunge transpirirt worden sind, da sich nach ihm das Thier im Beharrungszustande befunden und so kein Ansatz stattgefunden hat. Da Boussingault als Beweis dafür, daß die Thiere im Beharrungszustande befindlich waren, nur das sich gleichbleibende Gewicht der Thiere hat, dieses sich aber auch unverändert erhalten kann, wenn Ansatz stattgefunden hätte, indem der Körper entsprechend dem Ansatz an Körpermasse nur Wasser verloren zu haben braucht, so können die Boussingaultschen Zahlen nicht in jeder Beziehung als vollgültige Beweise für seine Folgerungen gelten. Dies betrifft vor Allem den Stickstoff; nach Boussingault hat das Pferd circa 1/6 (16,5%), und die Kuh circa 1/8 (13,4%) des Stickstoffs der Nahrung durch Haut und Lunge verloren.

§. 17.

3. Die Versuche von Henneberg und Stohmann.

Von den zahlreichen und schönen Versuchen, welche seit einer Reihe von Jahren zu Weende von Henneberg, Stohmann, Rautenberg und Kühn und Anderen gemacht sind, führe ich hier zunächst die folgenden an, welche wir Henneberg und Stohmann verdanken.

Die genannten Forscher führten im Jahre 1858 eine Reihe von Versuchen über das Erhaltungsfutter des ausgewachsenen Rindes aus und benutzten hierzu zwei regelmäßig gebauete Ochsen der mitteldeutschen Höhenrace. In der folgenden Tabelle sind die sämmtlichen anderen Daten in Betreff des einen Ochsen (Nro. 1) zusammengestellt.

Futter und Excremente für 1000 Pfd. Lebendgewicht in einem Tage.
(Alle Angaben in Pfunden à 500 Grm.)

Monat. Stallwärme. Lebendgewicht.	Tägliche Ration.		Im natürlichen Zustande.	Trockensubstanz.	Wasser.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Mineralstoffe excl. Kohlensäure.
Februar 4,2°R. 1136,25 ℔	9,24 Kleeheu; 11,09 Haferstroh; 18,5 Rüben; 0,97 Rapskuchen; 0,49 Bohnenschrot; 0,09 Salz; 57,7 Wasser.	Futter.	98,0	21,0	77,0	9,4	1,28	0,306	8,5	1,46
		Gesammt-Excremente.	81,8	10,5	71,3	4,6	0,57	0,305	3,6	1,47
		Differenz.	—16,2 16,5%	—10,5 50,0%	— 5,7 7,4%	— 4,8 51,1%	— 0,71 55,5 %	—0,001 0,3%	— 4,9 57,6%	+0,01
März 8°,3°R. 1150,5 ℔	12,72 Haferstroh, 47,80 Rüben, 0,09 Salz, 26,8 Wasser.	Futter.	86,9	16,2	70,7	7,1	0,98	0,139	6,7	1,25
		Gesammt-Excremente.	69,7	8,0	61,7	3,4	0,44	0,131	2,7	1,35
		Differenz.	—17,2 19,8%	— 8,2 50,6%	— 9,0 12,7%	— 3,7 52,1%	— 0,54 55,1%	—0,008 5,7%	— 4,0 59,7%	+0,10
Mai 13,2°R. 1173,5 ℔	12,57 Haferstroh, 25,56 Rüben, 1,00 Rapskuchen, 0,085 Salz, 41,16 Wasser.	Futter.	80,4	14,7	65,7	6,5	0,90	0,146	6,0	1,08
		Gesammt-Excremente.	64,1	7,6	56,5	3,3	0,45	0,104	2,5	1,22
		Differenz.	—16,3 20,3%	— 7,1 48,3%	— 9,2 14,0%	— 3,2 49,2%	— 0,45 50,00%	—0,042 28,8%	— 3,5 58,3%	+0,14
Juli 16,3°R. 1141,5 ℔	14,17 Haferstroh, 2,62 Kleeheu, 0,52 Rapskuchen, 0,09 Salz, 59,16 Wasser.	Futter.	69,2	15,3	53,9	6,9	0,93	0,146	6,2	1,04
		Gesammt-Excremente.	53,2	7,3	45,9	3,4	0,41	0,124	2,5	0,93
		Differenz.	16,0 23,1%	8,0 52,3%	8,0 14,9%	3,5 50,7%	0,52 55,9%	0,022 15,1%	3,7 59,7%	0,11

Weitere Versuche mit zwei volljährigen Schnittochsen sind mit den auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultaten in Weende von Henneberg im Verein mit G. Kühn, M. Märcker E. Schulze und H. Schultze ausgeführt. Die Tabelle enthält alle für den vorliegenden Zweck erforderlichen Daten. Bemerkt sei nur noch, daß der 1. Versuch 32, der 2. 11, der 3. 6, der 4. 17, der 5. 10, der 6. 11, der 7. 19 und der 8. 17 Tage lang dauerte.

	Wasser.	Trocken-substanz.	Mineralstoffe.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Mittleres Lebendgewicht.	Lebendgewichts-Zu- (+) resp. Abnahme (—) per Tag.
	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Versuch Nro. 1.									
Kleeheu, Haferstroh, Bohnenschrot, Stärke, Zucker, Kochsalz und Brunnenwasser .	75,13	19,50	1,59	8,75	1,13	0,271	7,76	1275	—0,925
Koth und Harn	64,53	9,37	1,60	4,02	0,47	0,270	3,01		
Mittlere Stalltemperatur 14,7° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	10,60	10,13	—0,01	4,73	0,66	0,001	4,75		
in Prozenten	14,18	51,95		54,06	58,41		61,21		
Versuch Nro. 2.									
Kleeheu, Haferstroh, Kochsalz und Brunnenwasser	65,98	16,66	1,36	7,66	0,95	0,262	6,43	1285,3	—1,00
Koth und Harn	58,75	9,15	1,32	4,10	0,48	0,264	3,44		
Mittlere Stalltemperatur 14,2° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	7,23	7,51	0,04	3,56	0,47	—0,002	3,44		
in Prozenten	10,95	45,08		46,48	49,47		53,50		

	Wasser.	Trocken-substanz.	Mine-ralstoffe.	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Stick-stoff.	Sauer-stoff.	Mittleres Lebend-gewicht.	Lebend-gewichts-Zu- (+) resp. Ab-nahme (—) per Tag.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Versuch Nro. 3.									
Kleeheu, Haferstroh, Kochsalz und Brunnenwasser	66,82	16,79	1,37	7,72	0,96	0,262	6,48	1320,5	—1,63
Koth und Harn	58,79	9,31	1,38	4,18	0,50	0,255	2,99		
Mittlere Stalltemperatur 16,8° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	8,03	7,48	—0,01	3,54	0,46	0,007	3,49		
in Prozenten	12,02	44,55		45,85	47,92		53,86		
Versuch Nro. 4.									
Kleeheu, Haferstroh, Bohnenschrot, Stärke, Kochsalz, Brunnenwasser	116,18	27,06	1,85	12,37	1,59	0,613	10,64	1393,2	+0,88
Koth und Harn	99,66	13,44	1,91	5,83	0,69	0,539	4,47		
Stalltemperatur 15,0° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	16,52	13,62	—0,06	6,54	0,90	0,074	6,17		
in Prozenten	14,22	50,33		52,87	56,60	12,07	57,99		
Versuch Nro. 5.									
Kleeheu, Haferstroh, Bohnenschrot, Stärke, Kochsalz und Wasser	93,53	22,79	1,86	10,29	1,31	0,323	9,01	1401,8	—0,85
Koth und Harn	86,74	11,55	1,82	5,04	0,59	0,335	3,76		
Stalltemperatur 14,3° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	6,79	11,24	0,04	5,25	0,72	—0,012	5,25		
in Prozenten	7,26	49,28		51,02	54,96		58,27		

Versuch Nro. 6.									
Kleeheu, Haferstroh, Bohnenschrot, Stärke, Kochsalz und Wasser	106,98	24,65	1,91	11,09	1,42	0,320	9,01	1430,2	—0,99
Koth und Harn	92,28	12,47	1,90	5,46	0,64	0,313	4,16		
Stalltemperatur 16,6° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	14,70	12,18	0,01	5,63	0,78	0,07	5,75		
in Prozenten	13,75	49,41		50,77	54,93		58,02		
Versuch Nro. 7.									
Kleeheu, Haferstroh, Bohnenschrot, Kochsalz und Wasser	116,32	25,39	1,81	11,66	1,50	0,623	9,80	1425,0	+2,07
Koth und Harn	96,27	12,80	1,76	5,60	0,67	0,548	4,22		
Stalltemperatur 18,5° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	20,05	12,59	0,05	6,06	0,83	0,075	5,58		
in Prozenten	17,24	49,59		51,97	55,33	12,04	56,94		
Versuch Nro. 8.									
Kleeheu, Haferstroh, Bohnenschrot, Stärke, Kochsalz und Wasser	116,94	27,14	1,85	12,41	1,59	0,617	10,67	1452,2	+0,31
Koth und Harn	99,29	13,06	1,84	5,77	0,68	0,508	4,26		
Stalltemperatur 16,5° R.									
Differenz zwischen Futter und Excrementen	17,65	14,08	0,01	6,64	0,91	0,109	6,41		
in Prozenten	15,09	51,88		53,51	57,23	17,66	60,08		

§. 18.

γ. Die Versuche

Ferner liegen von Hofmeister eine Reihe von Fütterungs-
auf der folgenden Tabelle

Tägliche Ration.		Im natürlichen Zustande. ℔	Wasser. ℔
I. 5,84 Pfd. Wiesenheu und 9,3 ℔ Tränkwasser.	Futter.	15,14	10,18
	Gesammt-Excremente.	10,26	7,87
	Differenz.	— 4,88 32,2%	— 2,31 22,7%
II. 5,39 ℔ Wiesenheu, 2,00 ℔ Hafer, 11,30 ℔ Tränkwasser.	Futter.	17,55	11,94
	Gesammt-Excremente.	9,77	7,14
	Differenz.	— 7,78 44,3%	— 4,80 40,2%
III. 4,55 ℔ Heu; 3,00 ℔ Hafer und 11,00 ℔ Tränkwasser.	Futter.	14,95	8,94
	Gesammt-Excremente.	10,06	7,12
	Differenz.	— 4,89 32,7%	— 1,82 20,4
IV. 2,44 ℔ Heu; 3,00 ℔ Hafer; 0,27 ℔ Oel und 6,98 ℔ Tränkwasser.	Futter.	12,69	7,73
	Gesammt-Excremente.	8,97	6,46
	Differenz.	— 3,72 29,3%	— 1,27 16,4%
V. 4,00 ℔ Heu; 1,41 ℔ Rapskuchen und 8,6 ℔ Tränkwasser.	Futter.	14,01	9,36
	Gesammt-Excremente.	8,39	6,06
	Differenz.	— 5,62 40,1%	— 3,30 35,2%

[1]) Hier, wie bei den folgenden Angaben fehlt beim Harn der

von Hofmeister.

Versuchen mit Merino-Hammeln vor, denen ich für uns das Zusammengestellte entnehme.

Trocken-substanz. g	Mineral-stoffe. g	Kohlen-stoff. g	Wasser-stoff. g	Stickstoff. g	Sauer-stoff. g
4,94	0,31	2,23	0,28	0,07	2,07
2,39	0,36	0,90 [1]	0,11 [1]	0,06	0,79 [1]
— 2,55 51,6%	+0,05	—	—	— 0,01 14,3%	—
5,59	0,30	2,54	0,32	0,09	2,34
2,63	0,32	1,03	0,14	0,08	0,87
— 2,96 53,0%	+0,02	—	—	0,01 11,1%	—
5,99	0,30	2,73	0,35	0,10	2,52
2,94	0,34	1,16	0,15	0,07	1,02
— 3,05 50,9%	+0,04	—	—	— 0,03 30,0%	—
4,67	0,22	2,42	0,32	0,08	2,29
2,51	0,31	0,99	0,13	0,07	0,88
— 2,16 46,3%	+0,09	—	—	— 0,01 12,5%	—
4,63	0,30	2,14	0,27	0,12	1,81
2,34	0,32	0,91	0,11	0,09	0,68
— 2,29 49,5%	+0,02	—	—	0,03 25,0%	—

Gehalt desselben an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Ferner führe ich noch auf der folgenden Tabelle die schönen Versuchs-Resultate, welche Henneberg in Weende im Verein mit G. Kühn, M. Märcker, E. Schulze und H. Schultze über den Stoffwechsel des volljährigen Schafes bei Beharrungsfutter im Winter 1867/68 erhalten hat.

Stoffwechselgleichung der Hammel III. und IV., auf ein Durchschnittsthier bezogen, für einen 24stündigen Zeitraum während des Versuches vom 20.—27. Januar 1868 mit vorwiegender Fütterung am Tage, bei einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 47,8 Kilogr. und bei 10,0°C. mittlerer Stalltemperatur.

I.
(In Grammen.)

	Trockensubstanz.	Wasser.	Mineralstoffe.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
1216,0 Wiesenheu, 6,0 Kochsalz, 1714,5 Brunnenwasser und 587,6 atm. Sauerstoff	1004,90	1931,60	76,05	460,20	276,16	18,10	2694,39
Koth, Harn und Körperansatz . .	511,95	1347,95	76,05	246,35	180,38	18,10	1363,92
Respirations-Producte	492,95	858,60[1])	—	213,85	95,78	—	1330,47
In Prozenten respirirt	49,05	44,45	—	46,47	34,67	—	49,38

II.

Stoffwechselgleichung der Hammel III. und IV. auf ein Durchschnittsthier bezogen, für einen 24stündigen Zeitraum vom 31. Januar—7 Februar 1868 mit vorwiegender Fütterung in der Nacht, bei einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 48,0 Kilgr. und bei 11,8°C. mittlerer Stalltemperatur.

	Trockensubstanz.	Wasser.	Mineralstoffe.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
1146,5 Wiesenheu, 6,0 Kochsalz, 1764,5 Brunnenwasser und 575,3 atm. Sauerstoff	958,20	1958,80	73,20	438,60	276,29	17,55	2688,26
Koth, Harn und Körperansatz . .	481,15	1324,45	73,20	229,25	175,38	17,55	1328,72
Respirations-Producte	477,05	904,80[2])	—	209,35	100,91	—	1359,54
In Prozenten respirirt	49,78	46,19	—	47,71	36,52	—	50,57

[1]) Wasserüberschuß (entspr. Wasser aus 30,55 Wasserstoff gebildet): 274,95 Grm.
[2]) Wasserüberschuß (entspr. Wasser aus 30,05 Wasserstoff gebildet): 270,95 Grm.

Stoffwechselgleichung pro Tag und Stück für beide Versuchsperioden zusammen bei 47,9 Kilogr. mittlerem Lebendgewicht = 45,5 Kilgr. Körpergewicht (excl. Wolle und 10,9°C. mittlerer Stalltemperatur.)

(In Grammen.)

	Trockensubstanz.	Wasser.	Mineralstoffe.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
1181,25 Wiesenheu, 6,0 Kochsalz, 1739,5 Brunnenwasser und 581,41 atm. Sauerstoff	981,56	1945,19	74,67	449,38	276,23	17,82	2691,30
Koth, Harn und Körperansatz . .	496,56	1336,19	74,67	237,78	177,88	17,82	1346,30
Respirations-Producte	485,00	881,70	—	211,60	98,35	—	1345,00
In Prozenten respirirt	49,41	45,33	—	47,09	35,60	—	49,98

Schließlich noch einen Versuch mit einem Pferde, ebenfalls von Hofmeister.

Das Pferd, ein Wallach, durchaus gesund, 7—8 Jahr alt, war längere Zeit mit 6,18 Pfund Hafer, 6,0 Pfund Heu und 1,0 Pfund Strohhäcksel ernährt worden; der Versuch dauerte sieben Tage, hierbei hatte das Pferd durchschnittlich:

6,18 Pfund Hafer, 5,23 Pfund Heu, 1,00 Pfund Häcksel und 25,57 Pfund Tränkwasser verzehrt. Die anderen Resultate enthält die folgende Tabelle auf pag. 24.

§. 19.

δ. Die Folgerungen aus diesen Versuchen.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich für die Abgabe von Stoffen durch Haut und Lunge das Folgende:

1. Für die Trockensubstanz.

a. Beim Pferde.

Von der Trockensubstanz des Futters scheidet das Pferd durch Haut und Lunge 50,9—54,4%, im Mittel somit 52,6% ab.

	Im natürlichen Zustande.	Wasser.	Trockensubstanz.	Asche.	Organische Substanz.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.
	K	K	K	K	K	K	K	K	K
Im Futter:	37,98	27,49	10,46	0,56	9,90	4,82	0,61	0,17	4,80
In den Gesammt-Excrementen:	25,07	19,93	5,14	0,54	4,60	2,30	0,28	0,15	1,84
Differenz:	12,91 34,0%	7,56 20,2%	5,32 50,9%	0,02 3,6%	5,30 53,5%	2,52 52,3%	0,33 54,1%	0,02 11,8%	2,46 57,2%

b. Rindvieh.

Die durch Haut und Lunge abgegebenen Mengen der Trockensubstanz variiren nach den Weende'schen Versuchen zwischen 44,55 und 52,3%; im Mittel somit 48,9.

c. Bei den Schafen.

Das Schaf re- und perspirirt zwischen 46,3 und 53% der Trockensubstanz des Futters; im Mittel 50,3%.

2. Für den Kohlenstoff.

a. Beim Pferde.

Von dem Kohlenstoffgehalte der Nahrung giebt das Pferd durch Haut und Lunge zwischen 52,3 und 62,6%, im Mittel also 57,5% ab.

b. Beim Rindvieh.

Beim Rinde schwankt der durch Haut und Lunge abgeschiedene Kohlenstoff der Nahrung nach den Weende'schen Versuchen zwischen 45,9 und 54,1%; er beträgt somit im Mittel 50,5%.

c. Bei den Schafen.

Beim Schafe schwankt die Menge des re- und perspirirten Kohlenstoffs der Nahrung zwischen 46,47 und 47,71%, beträgt somit im Mittel 47,09%.

3. Für den Wasserstoff.

a. Bei den Pferden.

Die Menge des durch Haut und Lunge abgegebenen Wasserstoffs variirt zwischen 54,1 und 57,2% des Wasserstoffs der Nahrung; sie beträgt also im Mittel 55,6%.

b. Beim Rinde.

Von dem Wasserstoff der Nahrung scheidet das Rind nach den Versuchen in Weende zwischen 47,9 und 58,4%, im Mittel also 53,8% ab.

c. Bei den Schafen.

Von dem Wasserstoff der Nahrung re- und perspirirt das Schaf zwischen 34,7 und 36,5%, im Mittel also 35,6%.

4. Für den Stickstoff.

Bei vielen Versuchen finden wir in Betreff des Stickstoffs eine Mehreinnahme gegenüber der Abgabe; wollten wir hieraus

den Schluß ziehen, daß die Differenz zwischen der Ein- und Ausgabe den Stickstoff repräsentirt, den die Thiere gasförmig abgegeben haben, wie dies von Boussingault geschehen ist, so würde dieser Schluß kein richtiger sein.

Nach den so schönen und epochemachenden Arbeiten von Bischoff und Voit mit Hunden erscheint der sämmtliche Stickstoff der Nahrung in den Excrementen. Die so zahlreichen Versuche von Henneberg, Stohmann und den andern Herren führen dieselben ebenfalls zu dem Schlusse, daß beim Rindvieh der Stickstoff der Nahrung, wenn kein Ansatz stattfindet oder das Thier mehr als bloßes Erhaltungsfutter erhalten hat, sich sämmtlich in den Excrementen wieder zeigt. Die einzelnen Versuche dieser Forscher ergeben größtentheils ein Minus an Stickstoff in den Excrementen gegenüber dem des Futters, in einzelnen Fällen jedoch auch ein Plus, so daß hier Fleischverlust des Thieres eingetreten ist. Bei allen Versuchen mit Beharrungsfutter oder in einem gewissen Stadium der Mast kommt der Stickstoff der Nahrung dem der Excremente innerhalb der Beobachtungsfehler 0,01 bis 0,02 Pfund pro Tag gleich. Aus diesen Gründen können wir den Schluß ziehen, daß wenn kein Ansatz und keine Luxusconsumtion stattgefunden hat, der sämmtliche Stickstoff der Nahrung in den Excrementen wiedererscheint, oder mit andern Worten, daß die Thiere durch Haut und Lunge keinen Stickstoff abgeben.

Die neueren Versuche von Henneberg, G. Kühn, M. Märker, E. Schulze und H. Schultze in Weende, die von G. Kühn und M. Fleischer in Möckern, sowie die von M. Fleischer in Hohenheim bestätigen die Resultate der früheren Arbeiten in München und Weende. Das gefundene Stickstoff-Deficit d. h. die Differenz zwischen dem Stickstoffe des Futters und dem der Excrete und Secrete betrug in 24stündigem Durchschnitte bei Kühen, 001—0,059 ℔, dem ein Stickstoff-Ueberschuß von 0,002—0,011 gegenüber steht (in % des Stickstoffs der Nahrung bewegte sich das Stickstoff-Deficit zwischen 0,3 und 16,4, und der Stickstoff-Ueberschuß zwischen 0,6 und 4,8) bei Schnittochsen differirt das Stickstoff-Deficit zwischen 0,001 und 0,109 ℔ und der Stickstoff-Ueberschuß zwischen 0,002—0,012 (in % des Stickstoffes der Nahrung beträgt das Stickstoff-Deficit 0,4—17,7 und der Stickstoff-Ueberschuß 0,8—3,7% [Weende 1865]). Bei Schafen variirte das Stickstoff-Deficit zwischen 0,17 und 2,77 Grm. (in % des Stickstoffes der Nahrung 0,7 und 11,5%) der Stickstoff-Ueberschuß 0,33 und 1,40 Grm. (in % des Stickstoffes der Nahrung 1,7 und 8,4.) —

Die von Grouven in ähnlicher Weise als in Weende angestellten Versuche mit Ochsen ergeben ebenfalls ein sehr geringes Deficit an Stickstoff, z. B. bei Heunahrung 23,1 Grm. in 18 Tagen. Die Menge des so perspirirten Stickstoffs kann hiernach als verschwindend klein angesehen werden.

Erwähnt muß hierbei ferner noch werden, daß, wenn wirklich Stickstoff perspirirt werden sollte, dies doch möglicher Weise in der Form von Ammoniak geschehen würde. Die hierüber von Grouven vorliegenden Versuche constatiren zwar eine geringe Abgabe von Ammoniak, jedoch ist die Menge desselben, wie die nachfolgenden Zahlen darthun, äußerst gering, und dabei bleibt noch zweifelhaft, ob dieselbe durch Haut, Lunge und After, wie Grouven meint, oder vielleicht nur durch den After erfolgt ist.

Von den von Grouven erhaltenen Zahlen führe ich hier folgende an:

Individuum.	Gewicht desselben. ℔	Ammoniak per Tag. Millgr.	Perspiration per 1000 ℔ Lebendgewicht. Millgr.
Mastochse	1260	721,8	573
Ein anderer Mastochse	1150	705,6	614
Ein magerer Ochse	1010	338,4	335
Ein magerer Zugochse	920	266,0	289
Schwarzer Zugochse	1050	217,0	206
Derselbe nach 7tägigem Hunger	970	95,8	99
Milchende Kuh	840	146,6	174
Ein einjähriges Rind	605	237,0	392
Ein großer Pony	600	135,8	259
Kalb bei Milchnahrung	70	54,2	774
Ein fetter Schöps	85	41,6	490
Waidehammel	65	38,0	588
Großes Schwein	220	202,6	921

Es variirt somit die von den Thieren perspirirte Ammoniakmenge per Tag bei 1000 Pfund Körpergewicht zwischen 99 und 921 Milligr., beträgt also im Mittel circa 0,5 Grm.

Unerwähnt darf indeß nicht bleiben, daß die Boussingault'sche Ansicht, nach welcher bei den Pflanzenfressern und Omnivoren ein beträchtlicher Theil des Stickstoffes der im thierischen Stoffwechsel unbrauchbar gewordenen Stoffe den Körper in Gasform durch Haut und Lunge verlasse, auch durch die älteren Versuche von Desprez, Barral, Regnault und Reiset eine scheinbare Bestätigung findet.

Ja nicht nur die Versuche der genannten Forscher, sondern auch die neueren Arbeiten von J. Seegen und J. Seegen und J. Nowack scheinen für diese Versuche zu sprechen und werden von denselben als sichere Beweise für ihre Ansicht hingestellt.

Dagegen sprechen aber ferner noch die Versuche von Bidder und Schmidt mit einer Katze, von J. Lehmann mit einem Schweine, von J. Ranke mit Menschen, von Voit mit einer Taube, und die von Péligot mit Seidenwürmern.

Gestützt indeß auf die schönen Arbeiten von München, Weende, Möckern u. s. w. glaube ich mit Bestimmtheit nochmals aussprechen zu können, daß der Stickstoff des Futters, abgesehen von dem, welcher bei der Mast im Körper verleibt, sich voll in den Excreten

(Koth und Harn) und Secreten (Milch) wiederfindet, so daß eine gasförmige Ausscheidung von Stickstoff nicht stattfindet.

§. 20.

η. Schlußfolgerung.

Der Verlust, welchen die Nahrung bei ihrem Laufe durch den thierischen Körper erleidet, besteht somit nur in Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wenigstens sind die Mengen etwaiger anderer Stoffe (Stickstoff, Schwefel) verschwindend klein.

Der Kohlenstoff wird in erster Reihe in Form von Kohlensäure und der Wasserstoff in Form von Wasser ausgeschieden, wobei meistens noch ein Ueberschuß von Wasserstoff bleibt, welcher annehmbarer Weise als Kohlenwasserstoff den Körper verläßt.

Nach der obigen Auseinandersetzung enthalten die festen und flüssigen Excremente bei ausgewachsenen Thieren und normaler Ernährung die Bestandtheile der um 49—53% verminderten Trockensubstanz der Nahrung, welche aus Kohlensäure und Wasser bestehen und vom Körper re- und perspirirt sind.

Bei Mastthieren, bei Thieren im jugendlichen Alter und bei tragenden Thieren beträgt der Verlust mehr (siehe in Betreff der Mastthiere die Versuche von Henneberg und Stohmann) und besteht hier nicht allein aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, sondern ferner aus den Stoffen, welche zum Ansatz gedient haben (Stickstoff und Mineralstoffe).

Bei Mutterthieren, welche Milch geben, ist der Verlust ebenfalls ein höherer und zwar vermehrt um die Bestandtheile der producirten Milch.

B. Die Bestandtheile der Excremente.

§. 21.

a. Der Koth.

α. Die unverdaulichen Theile der Nahrung.

Der Koth, die festen Excremente, auch Faeces genannt, repräsentirt, wie wir aus der obigen Betrachtung gesehen haben, den unverdaulichen oder nicht verdauten Theil

der Nahrung nebst einer gewissen Menge von Excreten des thierischen Körpers: Gallenbestandtheile, Epithelium, Schleim. Von den Bestandtheilen der Nahrung sind unverdaulich: theilweise die Cellulose und die anderen Kohlehydrate, das Chlorophyll, Pflanzenwachs, der Korkstoff der Epidermis, theilweise die unlöslichen Proteïnkörper und die schwer und unlöslichen unorganischen Stoffe, wie die Kieselsäure und die Verbindungen der Phosphorsäure mit Eisenoxyd und den alkalischen Erden. Die Nährstoffe der Pflanzen sind bekanntlich in Zellen, deren Wände aus Cellulose bestehen, abgelagert, soweit nun die Zellen bei ihrem Lauf durch den Körper nicht zerrissen werden, entziehen sich die in denselben befindlichen Stoffe ebenfalls der Einwirkung der Verdauungssäfte und werden so mit dem Unverdaulichen abgeschieden.

β. Die Galle.

Um die Stoffe zu kennzeichnen, welche durch die Galle den Faeces zugetheilt werden, führe ich eine Analyse derselben an:

Nach Strecker besteht die bei 100° C. getrocknete, krystallisirte Galle in 100 Theilen aus:

Kohlenstoff	60,00 — 60,60	Der Rest ist Sauerstoff.
Wasserstoff	8,63 — 8,67	
Stickstoff .	2,80 —	
Schwefel .	2,50 — 2,70	
Asche . .	14,00 — 15,10	

Diese Asche enthält nach H. Rose in 100 Theilen:

Chlorkalium .	27,70	Manganoxyduloxyd .	0,12
Kali . . .	4,80	Phosphorsäure . .	10,45
Natron . .	36,73	Schwefelsäure . . .	6,39
Kalkerde . .	1,43	Kohlensäure . . .	11,26
Magnesia .	0,53	Kieselsäure	0,36
Eisenoxyd .	0,23		

Nach Bensch beträgt der Schwefelgehalt

der Ochsengalle .	3,39 — 3,79%	
„ Kalbsgalle	5,62 „,	— Aschenmenge 13,15
„ Hammelsgalle . .	6,46 „,	— „ 11,86
„ Ziegengalle . . .	5,94 „,	— „ 13,21
„ Schweinegalle	0,30 — 0,36;	— „ 13,31.

Der Wassergehalt der Galle variirt zwischen 87 und 90%.

Die Hauptbestandtheile der Galle sind nach Strecker zwei Säuren, eine schwefelfreie (die Gmelin'sche Cholsäure, auch Glycocholsäure, Cholamidoglycolsäure u. s. w. genannt, bei Schweinen Hyoglycocholsäure) und eine schwefelhaltige, die Choleïnsäure (auch Taurocholsäure genannt, bei Schweinen Hyctaurocholsäure), welche in der Galle mit Natron verbunden enthalten sind.

Nach Buchner zerfällt die Rindsgalle bei der Fäulniß in Ammoniak und Taurin, welche den ganzen Stickstoff- und Schwefelgehalt der Galle enthalten, und in eine harzartige Säure, die sich theils mit Natron, theils

mit dem gebildeten Ammoniak verbindet. Das Taurin zersetzt sich dann weiter in schwefelige Säure, Aldehyd, das sich sogleich zu Essigsäure oxydirt und in Ammoniak.

§. 22.

b. Der Harn.

Während wir in dem Kothe außer den Verdauungssäften nur die nicht verdauten Theile der Nahrung antreffen, finden wir in dem Harne neu gebildete, organische Körper, nämlich Harnstoff, Hippursäure, Harnfarbstoffe (bei den Fleischfressern noch Harnsäure) und geringe Mengen kohlensaures Ammoniak, Milchsäure, zuweilen Benzoësäure, ferner Alkalien, alkalische Erden, Chlor, Schwefelsäure und Kieselsäure, dagegen, mit Ausnahme des Schaf- und Schweineharns, nur Spuren von Phosphorsäure.

J. Bertram erklärt den Phosphorsäuremangel im Harn der Pflanzenfresser durch den Reichthum der Vegetabilien an pflanzensauren Alkalien und an Kalksalzen bedingt. Diese Erklärung möchte indeß wohl nicht ganz stichhaltig sein, da der Schafharn Phosphorsäure in größeren Mengen enthält und Schaf und Rind mit ähnlichen Futtermitteln wie Heu, Stroh, Kartoffeln, Rüben rc. ernährt werden.

Da für die Zersetzung des Harns die Kenntniß seiner Bestandtheile nothwendig ist, so bemerke ich über die organischen derselben Folgendes:

α. Harnstoff.

Der Harnstoff ist in Wasser und Alkohol leicht, in Aether wenig löslich, ist geruchlos, krystallisirt in schön weißen, 4seitigen Säulen oder farblosen Nadeln und geht Verbindungen mit Basen, Säuren und Salzen ein.

Nach Wöhler und Liebig besteht er in 100 Theilen aus:

Kohlenstoff . . .	20,02
Wasserstoff . . .	6,71
Sauerstoff . . .	26,54
Stickstoff	46,73

und hat hiernach die Formel $C^2H^4N^2O^2$ (CH^4N^2O).

Durch Aufnahme von zwei Atomen Wasser geht der Harnstoff im Harne schnell in Kohlensäure und Ammoniak über; so daß aus 100 Theilen Harnstoff durch Aufnahme von 30 Theilen Wasser bei der Gährung 130 Theile kohlensaures Ammoniak entstehen.

	C.	H.	O.	N.
130 Th. kohlens. Ammoniak =	20,0	10,0	53,3	46,7
100 Th. Harnstoff =	20,0	6,7	26,5	46,7
Differenz =		3,3	26,8	

β. Hippursäure.

Dieselbe wurde 1829 von Liebig im Pferdeharn entdeckt; sie ist weiß, körnig und krystallinisch, geruchlos, reagirt sauer, schwer in kaltem Wasser (600 Th.) und Aether, und leicht in heißem Wasser und Alkohol löslich.

Nach Liebig besteht sie in 100 Theilen aus:

Kohlenstoff . . .	60,742
Wasserstoff . . .	4,959
Sauerstoff . . .	26,483
Stickstoff . . .	7,816

und hat die Formel $C^{18}H^9NO^6$, $(C^9H^9NO^3)$.

Bei der Gährung zerfällt sie zunächst durch Aufnahme von zwei At. Wasser in Glykokoll (Leimzucker) und Benzoësäure:

$$C^{18}H^9NO^6 + 2HO = C^4H^5NO^4 + C^{14}H^6O^4.$$

Die Producte der Zersetzung des Leimzuckers sind noch nicht genau bekannt; aus dem Stickstoff desselben entsteht schließlich Ammoniak (Salpetersäure).

Die Menge der Hippursäure im Harne ist eine sehr wechselnde; näheres siehe bei der speciellen Betrachtung des Harns der einzelnen Thiere.

γ. Harnsäure.

Diese schon von Scheele 1776 entdeckte Säure bildet entweder weiße, kleine vierseitige Säulen, oder sehr kleine, glänzende Schuppen; sie ist ohne Geruch und Geschmack, in 1800 bis 1900 Th. heißem und in 14000 bis 15000 Th. kaltem Wasser von 20°C. löslich; unlöslich dagegen in Alkohol und Aether; sie röthet Lackmuspapier im feuchten Zustande schwach; leicht löslich ist sie ferner in kohlensauren, phosphorsauren, milchsauren und essigsauren Alkalien, indem sie diesen Salzen etwas Alkali entzieht und durch dieses löslich gemacht wird.

Die Harnsäure wird schon durch Kohlensäure leicht aus ihren neutralen Verbindungen ausgeschieden: sie gehört zu den schwächsten Säuren und bildet vorherrschend saure Salze.

Die Harnsäure besteht nach v. Liebig in 100 Theilen aus:

Kohlenstoff	36,08
Wasserstoff	2,44
Stickstoff	33,36
Sauerstoff	28,12

und hat die Formel $C^{10}H^2N^4O^4 + 2HO$ $(C^5H^4N^4O^3)$.

Die Harnsäure liefert unter dem Einflusse verschiedener Reagentien eine große Anzahl Zersetzungs-Producte; so lassen sich z. B. auf verschiedene Art Harnstoff und Oxalsäure aus ihr darstellen.

δ. Die Harnfarbstoffe.

Die Farbe des Harns rührt von geringen Mengen von Farbstoffen her, welche nach Scherer nicht constante, sondern in fortwährender Oxydation begriffene Körper von wechselnder Zusammensetzung sind. Diese Farbstoffe sind stickstoffhaltig.

Scherer stellt folgende Zusammensetzung für den Harnfarbstoff auf:

Kohlenstoff	58,43
Wasserstoff	5,16
Stickstoff	8,83
Sauerstoff	27,58.

Die Harnfarbstoffe zersetzen sich sehr leicht, wie uns die schnelle wechselnde Farbe des stehenden Harns zeigt und regen so andere Bestandtheile des Harns zur Zersetzung an.

ε. Ammoniak-Gehalt des Harns.

Ob Ammoniak im frischen Harne präexistirend enthalten, oder ob der gefundene erst durch Zersetzung erzeugt sei, ist mehrfach Gegenstand des Streites gewesen. Da es für unsere Betrachtung gleichgültig ist, ob im Harne geringe Mengen Ammoniak schon vorgebildet vorkommen oder nicht, so führe ich hier nur wenige Angaben über den Ammoniakgehalt des frischen Harns an.

Nach Boussingault sind in 100 Theilen:

des Harns einer Kuh	0,06 Theile,
" " " "	0,10 "
" " eines Pferdes	0,00 "
" " eines anderen Pferdes . .	0,04 "

Rautenberg hat die Ammoniakmenge des Rinderharns (von Kühen und Schnittochsen) zwischen 0—009% variirend gefunden.

ζ. Milchsäure.

Die Milchsäure ist in Wasser, Alkohol und Aether löslich und im concentrirten Zustande eine ziemlich starke Säure; ihre Salze sind meist im kalten Wasser schwer, dagegen in heißem leicht löslich.

Sie besteht wasserfrei aus:

Kohlenstoff	44,44%
Wasserstoff	6,17 "
Sauerstoff	49.38 "

und hat die Formel $C^6H^5O^5 + HO$ ($C^3H^6O^3$).

Die Milchsäure kommt im Harne nicht constant vor; ihre Menge ist je nach den Umständen wechselnd; in vielen Fällen ist ihre Abwesenheit sicher nachgewiesen.

η. Benzoësäure.

Diese Säure krystallisirt in glänzenden Nadeln und Blättchen, ist in kochendem Wasser leicht (20 Th.), schwerer in kaltem (200 Th.) löslich, leicht löslich in Alkohol und auch in Aether. Sie besteht aus:

Kohlenstoff	. .	69,02
Wasserstoff	. .	5,03
Sauerstoff	. .	25,95

und hat hiernach die Formel $C^{14}H^5O^3 + HO$ ($C^7H^6O^2$).

Sie kommt im Harne als Zersetzungs-Product der Hippursäure vor; ihr Vorkommen ist nicht constant.

C. Specielle Betrachtung der Excremente.

1. Allgemeines.

§. 23.

Werfen wir, bevor wir zur speciellen Betrachtung der Excremente der Haussäugethiere übergehen, zunächst noch einen Rückblick auf die vorhergegangene Betrachtung der Excremente derselben, so zeigt dieselbe im Allgemeinen Folgendes:

Die Beschaffenheit der Excremente richtet sich ganz nach der Nahrung: je besser diese, um so höher der Werth jener und umgekehrt, je dürftiger diese, um so werthloser jene. Aus diesem Grunde werden die Excremente derselben Thierart in ihrer quantitativen Zusammensetzung sehr variirend sein und deshalb wird auch eine und werden sogar mehrere Analysen uns kein absolutes Bild von der Beschaffenheit und dem Werth derselben geben können. Wenn wir trotzdem im Nachfolgenden einige Analysen der Excremente unserer Haussäugethiere aufführen, so geschieht dieses einerseits, um die Verschiedenheit in der Zusammensetzung nochmals zu constatiren, dann aber auch, um so ein Bild von der relativen Beschaffenheit derselben zu entwickeln.

Der Landwirth, welcher gut füttert, ernährt nicht nur sein Vieh gut, sondern er erzielt so auch einen um so werthvolleren Dünger; er nützt sich also in zweifacher Hinsicht; es ist dies ein Satz, welcher nicht genug hervorgehoben und beherzigt werden kann.

Aus der vorherigen Betrachtung geht ferner hervor, daß wir aus dem Futter einen sichern Rückschluß auf die Zusammensetzung der Excremente machen können, wie das weiter unten ausgeführt werden wird.

2. Die Excremente des Pferdes.

§. 24.

a. Der Koth.

Die Excremente des Pferdes sind schon mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen; ich führe hier, wie schon angegeben, nur einige der neueren Analysen an:

Von den nachfolgenden Analysen ist die eine (A) von Boussingault und die andere (B) von Hofmeister ausgeführt worden.

Das Pferd, dessen Excremente Boussingault untersuchte, war täglich mit 15 ℔ Heu, 4,54 ℔ Hafer und 32 ℔ Wasser, und das von Hofmeister täglich mit 6,18 ℔ Hafer, 5,23 ℔ Heu, 1,00 ℔ Häcksel und 25,57 ℔ Tränkwasser ernährt worden.

	A.		B.	
	feucht	trocken	feucht	trocken
Kohlenstoff	9,56	38,7	11,09	46,28
Wasserstoff	1,26	5,1	1,39	5,78
Sauerstoff	9,31	37,7	8,86	36,96
Stickstoff	0,54	2,2	0,34	1,44
Asche	4,02	16,3	2,29	9,54
Wasser	75,31	—	76,03	—

Da von beiden Experimentatoren keine Aschenanalysen ausgeführt sind, so müssen wir, um die Zusammensetzung der Asche kennen zu lernen, eine andere Analyse zu Hülfe nehmen, und zwar benütze ich die von R. Rogers. Rogers fand in 100 Theilen der Asche:

Kali	11,30
Natron	1,98
Chlornatrium	0,03
Phosphorsaures Eisenoxyd	2,73
Kalkerde	4,63
Magnesia	3,84
Phosphorsäure	8,93
Schwefelsäure	1,83
Kieselsäure	62,40
Manganoxyduloxyd	2,13

§. 25.

b. Der Urin.

Die Zahl der über den Harn des Pferdes vorliegenden Analysen ist eine noch zahlreichere, als die des Koths.

Ich führe hier auch nur die Untersuchungen von Boussingault (A) und Hofmeister an (B). Die Ernährungsverhältnisse der Thiere wie vorher. Andere Analysen liegen noch von Fourcroy und Vauquellin und v. Bibra vor.

	A.		B.*)	
	feucht	trocken	feucht	trocken
Kohlenstoff	4,46	36,0	2,48	32,53
Wasserstoff	0,47	3,8	0,36	4,76
Sauerstoff	1,40	11,3	1,55	20,43
Stickstoff	1,55	12,5	1,52	20,04
Asche	4,51	36,4	1,69	22,24
Wasser	87,61	—	92,39	—

Boussingault hat ferner noch eine Analyse auf die näheren Bestandtheile gemacht; nach dieser ist die Zusammensetzung des Harns in 1000 Theilen

Harnstoff	31,00
Hippursaures Kali . .	4,74
Milchsaure Alkalien . .	20,09
2fach kohlensaures Kali	15,50
Kohlensaure Kalkerde .	10,82
" Magnesia .	4,16
Schwefelsaures Kali . .	1,18
Chlornatrium	0,74
Kieselsäure	1,01
Wasser	910,76
	1000,00

Zu dieser Analyse muß noch bemerkt werden, daß der Harn von dem Kalksedimente, welches sich bald aus ihm absetzt, abfiltrirt war; leider ist die Menge desselben nicht angegeben. Dieser Absatz des Harns bestand aus:

Kohlensaure Kalkerde . . .	84,33
Kohlensaure Magnesia . .	15,67
	100,00

Der Pferdeharn reagirt meistens alkalisch, ist von blaßgelber Farbe, welche sehr schnell in eine tiefbraune übergeht, entwickelt bei Zusatz einer Mineralsäure viel Kohlensäure, ist stets trübe und setzt dann nach einiger Zeit ein Kalksediment von der obigen Beschaffenheit ab.

Bei demselben Futter fand ich den Harn einer Stute von brauner Farbe alkalischer und viel reicher an Kohlensäure als den eines Wallachs.

*) Mittel zweier Bestimmungen.

§. 26.

c. Die Gesammtausleerungen des Pferdes.

Nach Boussingault (A) und nach Hofmeister (B) bestehen die Gesammtexcremente des Pferdes in 100 Theilen aus Folgendem:

	A.		B.	
	feucht	trocken	feucht	trocken
Kohlenstoff	9,19	38,6	9,2	44,6
Wasserstoff	1,20	5,0	1,1	5,3
Sauerstoff	8,66	36,4	7,3	35,4
Stickstoff	0,65	2,7	0,6	2,9
Asche	4,13	17,3	2,2	10,7
Wasser	76,17	—	79,4	—

3. Die Excremente des Rindviehs.

§. 27.

a. Der Koth.

Die Excremente des Rindviehs sind ebenfalls schon vielfach untersucht worden, wie von Einhof, Morin, Zierl, Haidlen, Boussingault, Rogers, v. Bibra, Anderson, Henneberg, Stohmann und Anderen. Ich führe hier aus dem oben erörternden Grunde nur einige derselben an und werde hierzu vor Allem die Untersuchungen von Boussingault und Henneberg und Stohmann benutzen.

Boussingault untersuchte den Koth einer mit 30 ℔ Kartoffel, 15 ℔ Grummetheu und 120 ℔ Wasser ernährten Kuh.

Von den zahlreichen Versuchen von Henneberg und Stohmann wähle ich die vom Jahre 1858, weil diese zugleich von den Aschenanalysen begleitet sind. Die Versuchsthiere sind Ochsen der mitteldeutschen Höhenrace. In den Versuchen vom 24., 25. und 26. Februar erhielt Ochse I., zu Anfang des Versuchs 1136,5 ℔ und am Ende 1136 ℔ schwer, durchschnittlich per Tag 10,5 ℔ Kleeheu, 12,6 ℔ Haferstroh, 21,0 ℔ Rüben, 1,1 ℔ Rapskuchen 0,5 ℔ Bohnenschrot, 0,1 ℔ Salz und 65,6 ℔ Tränkwasser; Ochse II., zu Anfang des Versuchs 1001 ℔, zu Ende 1004,5 ℔ schwer, 8,89 ℔ Kleeheu, 10,67 ℔ Haferstroh, 18,21 ℔ Rüben, 0,86 ℔ Rapskuchen, 0,48 ℔ Bohnenschrot, 0,097 Salz und 57,47 ℔ Tränkwasser.

In den Versuchen vom 23., 24. und 25. März bekam Ochse I., zu Anfang des Versuchs 1147,5 ℔ und zu Ende 1153,5 ℔ schwer, 14,63 Haferstroh, 55,0 ℔ Rüben, 0,1 ℔ Salz und 30,2 ℔ Tränkwasser; Ochse II., zu Anfang und zu Ende 1003 ℔ schwer, 19,6 ℔ Kleeheu, 0,1 ℔ Salz und 52,33 ℔ Tränkwasser.

In den Versuchen am 18., 19. und 20. Mai erhielt Ochse I., zu Anfang des Versuchs 1178 und zu Ende 1174 ℔ schwer, 14,75 ℔ Haferstroh, 30,0 ℔ Rüben, 1,18 ℔ Rapskuchen, 0,1 ℔ Salz und 48,3 ℔ Tränkwasser; Ochse II., zu Anfang des Versuchs 1072 ℔ und zu Ende 1069 ℔ schwer, 13,92 ℔ Haferstroh, 3,98 ℔ Kleeheu, 0,597 ℔ Rapskuchen, 0,1 Salz und 55,9 ℔ Tränkwasser.

In den Versuchen vom 13., 14. und 15. Juli schließlich wurde verabreicht an Ochse II., zu Anfang des Versuchs 1136 ℔ und zu Ende 1147 ℔ schwer, 16,185 ℔ Haferstroh, 3,0 ℔ Kleeheu, 0,6 ℔ Rapskuchen, 0,1 ℔ Salz und 67,53 ℔ Tränkwasser; und an Ochse II., zu Anfang des Versuchs 1056 ℔ und zu Ende 1048 ℔ schwer, 13,485 ℔ Roggenstroh, 4,0 ℔ Kleeheu, 0,6 ℔ Rapskuchen, 0,1 Salz und 54,73 ℔ Tränkwasser.

Boussingault fand den Koth, wie folgt, zusammengesetzt:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff . . .	39,8	5,39
Wasserstoff . . .	4,7	0,64
Sauerstoff . . .	35,5	4,81
Stickstoff	2,6	0,35
Asche	17,4	2,36
Wasser	—	86,44.

Die Untersuchungen von Henneberg und Stohmann ergaben:

Nro. der Ochsen.	Monate:	Wasser.	In der Trockensubstanz an: Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Mineralstoffe, excl. Kohlensäure.	Summa.	Organ. Substanz.	Kohlensäure in der Asche.
I.	Februar.	85,00	46,97	5,75	1,60	35,73	9,95	100	90,05	1,00
II.	dito.	84,14	46,07	5,84	1,74	34,43	11,92	100	88,08	1,14
I.	März.	84,92	46,67	6,11	1,22	35,71	10,29	100	89,71	0,14
II.	dito.	82,00	44,45	5,46	2,31	32,72	14,96	100	85,04	2,45
I.	Mai.	85,35	47,07	6,44	0,94	35,28	10,27	100	89,73	0
II.	dito.	82,44	47,99	6,17	0,96	35,07	9,81	100	90,19	0,07
I.	Juli.	84,25	47,82	5,86	1,20	35,94	9,18	100	90,82	0,11
II.	dito.	82,64	47,38	5,72	1,07	37,11	8,72	100	91,28	0,13

Die Asche besteht in 100 Theilen aus:

	Februar.		März.		Mai.		Juli.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Kohlensäure	9,12	8,75	1,33	14,13	—	0,72	1,21	1,50
Kieselsäure und Sand . . .	36,90	39,23	52,96	27,26	56,16	41,70	52,54	46,95
Eisenoxyd . .	2,81	4,39	4,06	5,72	5,54	3,22	1,94	2,61
Kalk	24,99	25,62	19,54	34,26	19,07	25,88	19,03	26,69
Phosphorsäure	8,21	7,36	7,27	6,21	8,46	6,57	7,43	6,75
Alkalien, Magnesia, Schwefelsäure 2c. . .	17,97	14,65	14,84	12,42	10,77	21,91	17,85	17,50
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Da bei diesen Aschenanalysen mehrere Bestandtheile nicht getrennt bestimmt worden sind, so führe ich noch eine Aschenanalyse von J. R. Rogers

von einer mit gewöhnlichem Winterfutter ernährten Kuh und eine von Völcker hier an:

	Rogers.	Völcker.	
Wasser	= 82,45	81,78	
Organische Substanz	= 15,88	15,30	(darin an N 0,288)
Asche	= 1,67	1,02	
	die Asche in 100 Theilen:		
Kali	2,91	5,20	
Natron	1,08	3,74	
Kalkerde	5,71	10,47	
Magnesia	11,47	6,39	
Thonerde und Eisenoxyd	4,73	2,79	
Phosphorsäure	8,96	14,79	
Schwefelsäure	1,77	2,55	
Chlor	0,13	1,80	
Kieselsäure	} 62,54*)	36,94	
Sand und Kohle		15,46	
		99,32.	

§. 28.

b. Der Harn.

Ueber den Harn des Rindes liegen Analysen von Brandes, Sprengel, Fromberg, v. Bibra, Boussingault, Anderson, Fraas, Henneberg u. Stohmann u. Anderen vor. Ich benutze hier die Analysen von Boussingault, Henneberg und Stohmann und Fraas.

Der Harn stammt von denselben Thieren, von welchen vorher die Analysen des Kothes angegeben wurden.

Die Elementaranalyse ergab bei Boussingault für den Harn der Kuh:

	trocken:	frisch:
Kohlenstoff	27,2	3,18
Wasserstoff	2,6	0,30
Sauerstoff	26,4	3,09
Stickstoff	3,8	0,44
Asche	40,0	4,68
Wasser	—	88,31.

Die Analyse eines Kuhharns auf die näheren Bestandtheile — die Kuh auch mit Grummet und Kartoffeln ernährt — zeigte den Harn in 1000 Theilen, wie folgt, zusammengesetzt:

Harnstoff	18,5
Hippursaures Kali	16,5
Milchsaures Kali	17,2
2fach kohlensaures Kali	16,1
Kohlensaure Kalkerde	0,6
„ Magnesia	4,7
Schwefelsaures Kali	3,6
Chlornatrium	1,5
Kieselsäure	Spuren.
Wasser	921,3
	1000,0.

*) Als Kieselsäure in der Analyse aufgeführt, aber sicherlich Sand enthaltend.

Die Untersuchungen von Henneberg und Stohmann ergaben:

Nro. der Ochsen.	Monate:	Wasser.	In der Trockensubstanz an: Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Mineralstoffe, excl. Kohlensäure.	Kohlensäure.	Summa.
I.	Februar.	93,39	21,94	2,57	12,70	11,50	40,85	10,44	100,00
II.	dito.	92,66	21,89	2,59	17,84	11,44	38,15	8,59	100,00
I.	März.	95,13	17,25	2,46	10,06	4,11	54,31	11,91	100,00
II.	dito.	92,72	26,65	3,43	13,74	14,42	35,17	6,59	100,00
I.	Mai.	95,28	20,76	2,75	?	4,66	60,80	11,86	?
II.	dito.	94,29	24,52	3,15	6,66	5,95	48,86	10,86	100,00
I.	Juli.	93,77	26,16	3,05	6,42	6,58	47,67	10,11	100,00
II.	dito.	92,85	31,06	3,76	12,26	10,59	37,03	5,29	100,00

Die Asche besteht in 100 Theilen aus:

	Februar.		März.		Mai.		Juli.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Kieselsäure . .	0,49	0,47	0,44	0,38	0,36	0,31	0,49	0,84
Eisenoxyd . .	0,19	0,63	0,10	0,17	0,10	0,08	0,15	0,19
Kalk	0,25	0,32	0,18	0,29	0,11	0,06	0,24	0,88
Magnesia . .	1,89	2,53	0,83	2,72	0,97	1,81	1,47	4,44
Schwefelsäure .	5,54	4,91	2,26	4,15	4,42	3,69	5,32	9,73
Chlor	11,28	12,90	18,29	17,54	20,42	18,20	15,92	16,55
Kohlensäure .	20,27	18,91	18,07	16,67	16,27	18,26	17,49	12,53
Kali u. Natron	62,63	62,24	63,95	62,03	61,95	61,69	62,50	58,57
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Da bei diesen Analysen die Alkalien nicht getrennt angegeben sind, so führe ich ferner noch von Fraas die Aschen-Analyse einer mit Heu und Trebern genährten Kuh, bei welcher zugleich der hohe Gehalt an alkalischen Erden auffallend ist, und die eines ebenso ernährten Stieres an:

	Kuh:	Stier:
Kohle und Sand . . .	0,316	—
Kieselerde	1,540	3,250
Chlor	9,914	10,800
Schwefelsäure	9,020	3,214
Kalkerde	9,037	Spuren.
Magnesia	8,800	(Spuren.)
Kali	46,800	39,538
Natron	14,049	14,462
Kohlensäure	—*)	28,724
	99,476	99,988

*) Die Analyse ist auf kohlensaure freie Asche berechnet.

Der Kuhharn ist von gelblich grünlicher bis gelber Farbe, welche beim Stehen in eine dunkelbraune übergeht, reagirt alkalisch und braust unter Zusatz von Säuren stark auf: Freiwerden von Kohlensäure; diese kommt im Harne gebunden an Basen, vor Allem Kali, und frei vor.

Nach Henneberg und Stohmann war bei den eben besprochenen Versuchen die Menge der Kohlensäure in 1000 Theilen folgende:

	Gebundene. Ochse I.	Freie. II.	Gebundene. I.	Freie. II.
Februar . .	5,3	5,0	5,7	4,9
März . . .	5,7	5,1	3,5	3,2
Mai. . . .	5,3	4,8	4,3	4,2
Juli. . . .	4,7	4,7	1,8	1,9

Der Gehalt des Kuhharns an Harnstoff und Hippursäure ist ein außerordentlich schwankender, woraus sich der so sehr variirende Stickstoffgehalt desselben erklärt.

Bei den mehrfach angeführten Versuchen von Henneberg und Stohmann ergaben sich bei den einzelnen Versuchen in 1000 Theilen folgende Mengen derselben:

		Hippursäure:	Harnstoff:
Februar	Ochse I.	6,6	15,2
	„ II.	7,4	16,8
März	„ I.	5,0	3,4
	„ II.	4,6	21,7
Mai	„ I.	5,7	3,8
	„ II.	9,4	5,7
Juli	„ I.	12,1	6,8
	„ II.	16,9	13,5

Phosphorsäure finden wir dagegen im Kuhharn nur in so geringen Mengen, daß eine quantitative Bestimmung derselben nicht möglich ist, daher wird sie auch in den Analysen nicht aufgeführt; sie ist nur bei größeren Mengen der Harnasche qualitativ nachweisbar.

§. 29.

c. Die Gesammtausleerungen des Rindes.

Die Gesammtausleerungen des Rindviehes — Koth und Harn — bestehen nach Boussingault bei der mit Heu und rohen Kartoffeln ernährten Kuh in 100 Theilen aus Folgendem:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff	39,8	5,39
Wasserstoff	4,7	0,64
Sauerstoff	35,5	4,81
Stickstoff	2,6	0,36
Asche.	17,4	2,36
Wasser	—	86,44
	100,00	100,00

Auf den beiden folgenden Tabellen sind ferner aus den zahlreichen Versuchen von Henneberg, Stohmann und Rautenberg die sich aus den einzelnen ergebenden Mittelzahlen berechnet und zusammengestellt, und zwar enthält die erste die Menge und Zusammensetzung der Excremente bei Erhaltungsfutter, und die andere bei Mastfutter. Jede Tabelle zeigt die Mittelzahlen der sämmtlichen Versuche.

Durchschnittszahlen der Versuche von Henneberg, Stohmann und Rautenberg für 1000 Pfund Lebendgewicht.

Art des Futters.	Futter.		Koth.		Harn.		Gesammtexcremente.		Zusammensetzung der Gesammtexcremente im trockenen Zustande.					Procentzahl der Trockensubstanz d. Gesammtexcremente von der des Futters.	Nro. der Ochsen.
	frisch.	getrocknet.	frisch.	getrocknet.	frisch.	getrocknet.	frisch.	getrocknet.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.		
	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	℔	%	
Erhaltungsfutter:	76,89	16,77	43,55	7,43	15,64	1,06	59,20	8,50	3,740	0,463	0,231	2,810	1,273	50,69	II.
	85,46	16,78	45,97	6,93	20,82	1,15	66,79	8,08	3,510	0,447	0,168	2,690	1,318	48,15	I.
	88,10	17,79	39,72	7,15	23,24	0,91	62,95	8,06	3,420	0,464	0,170	2,648	1,358	45,30	II.
	80,74	17,26	38,58	6,64	18,40	0,81	56,90	7,45	3,145	0,437	0,157	2,448	1,268	43,16	I.
	75,89	15,74	48,80	7,55	14,60	1,06	63,40	8,61	3,780	0,460	0,290	2,840	1,220	54,70	I.
	77,90	15,89	48,50	7,14	16,60	1,09	65,20	8,23	3,590	0,440	0,280	2,530	1,230	51,79	II.
	80,44	16,67	44,19	7,14	18,22	1,01	62,41	8,15	3,531	0,452	0,216	2,661	1,278	48,96	Mittel.

Art des Futters.	Futter.		Koth.		Harn.		Gesammt-excremente.		Zusammensetzung der Gesammt-excremente im trockenen Zustande.					Procentzahl der Trockensubstanz der Gesammtexcremente von der des Futters.	Nro. der Ochsen.
	frisch.	getrocknet.	frisch.	getrocknet.	frisch.	getrocknet.	frisch.	getrocknet.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.		
Mastfutter:															
	85,80	16,70	40,80	6,57	27,20	1,28	68,00	7,85	2,470	0,460	0,350	?	1,730	47,00	I.
	108,40	18,37	43,10	6,29	44,60	1,54	87,70	7,83	2,900	0,380	0,330	2,060	2,150	42,62	II.
	88,80	16,72	35,80	6,58	34,60	1,42	70,40	8,00	3,270	0,490	0,390	?	1,600	47,85	I.
	113,90	22,13	49,20	7,61	40,80	1,65	90,00	9,26	3,550	0,460	0,360	2,590	2,310	41,84	II.
	124,08	21,27	73,90	10,19	21,90	1,33	95,80	11,52	4,970	0,620	0,290	2,530	1,570	54,16	I.
	103,81	21,72	59,26	8,93	20,60	1,31	79,80	10,24	4,220	0,530	0,430	3,280	1,520	49,90	II.
	104,05	19,49	50,34	7,69	31,60	1,42	81,90	9,12	3,563	0,490	0,358	2,615	1,813	47,23	Mittel.

4. Die Excremente des Schafes.

§. 30.

a. Der Koth.

Die Excremente des Schafes sind weniger als die des Pferdes und Rindes untersucht worden; über dieselben liegen Analysen von Zierl, Fromberg, Rogers, Jürgensen, Peters, Hofmeister, Reichardt, W. Henneberg im Verein mit G. Kühn, M. Märcker, E. Schulze und H. Schultze und dem Verfasser vor.

Jürgensen unterwarf den Koth eines mit Heu ernährten Hammels der Elementaranalyse und fand hier in Procenten an:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff . . .	43,953	19,633
Wasserstoff . . .	5,275	2,284
Sauerstoff . . .	35,524	14,083
Stickstoff	1,696	0,719
Asche	13,552	5,725
Wasser	—	57,606

Von Hofmeister sind mehrere Elementaranalysen des Schafkoths ausgeführt, deren Resultate mit allen andern Angaben auf der folgenden Tabelle verzeichnet sind.

Futter.	Wasser.	Die Trockensubstanz enthält an: Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Asche.
	in 100 Theilen:					
Wiesenheu 5,84 A und Tränkwasser 9,30 A.	73,11	44,19	5,80	38,02	1,69	10,29
Heu 5,39 A, 1,00 A Hafer und Wasser 11,31 A.	70,88	41,53	5,75	41,65	1,54	9,53
Heu 4,55 A, 2,00 A Hafer und Wasser 11,00 A.	69,55	44,69	6,04	37,95	1,48	9,84
Heu 4,00 A, 3,00 A Hafer und Wasser 7,95 A.	67,08	44,83	5,78	38,38	1,48	9,53
Heu 3,37 A, 3,00 A Hafer, Oel 0,14 A und Tränkwasser 7,72 A.	62,66	44,79	5,62	38,44	1,51	9,64
Heu 3,05 A, 3,00 A Hafer, Oel 0,20 A und Tränkwasser 7,82 A.	61,72	44,80	6,43	38,00	1,39	9,38
Heu 2,44 A, 3,00 A Hafer, Oel 0,27 A und Tränkwasser 6,98 A.	61,55	44,57	6,26	38,56	1,37	8,24
Heu 4,00 A, Rapskuchen 1,41 A Tränkwasser 8,60 A.	62,16	46,35	5,89	34,37	1,79	11,59
Heu 3,87 A, Rapskuchen 1,04 A Oel 0,072 A und Tränkwasser 7,00 A.	62,24	46,20	5,94	35,06	1,98	10,82
Heu 3,76 A, Rapskuchen 0,90 A, Oel 0,06 und Tränkwasser 7,97 A.	63,97	46,18	6,18	34,83	1,80	11,01

Die Asche ist nach der Analyse von Jürgensen in 100 Theilen, wie folgt, zusammengesetzt:

Eisenoxyd	0,752
Kalkerde	21,376
Magnesia	6,339
Kali	3,582
Natron	0,295
Kieselsäure . . .	54,096
Phosphorsäure . .	11,521
Schwefelsäure . .	1,665
Chlornatrium . .	0,265
	99,891.

Ferner theile ich noch einige Untersuchungen von Reichardt und Wedel, von W. Henneberg, G. Kühn, M. Märcker, E. Schulze und H. Schultze und eine von mir mit.

Die von Reichardt und Wedel untersuchten Excremente rührten von Schafen her, welche gemästet wurden und circa 100 Pfund schwer waren, sie hatten täglich erhalten: 1/4 Pfund Oelkuchen, 1/8 Pfund Bohnenschrot, 10 Pfund Hackfrüchte (1/2 Kartoffeln, 1/2 Rüben) und Heu, so viel sie fressen wollten.

Nro. I. sind Excremente von jüngeren Hammeln und Nro. II. von Merzen.

Die Analysen ergaben:

	I.	II.
Asche	18,4	21,3
Verbrennliche Substanz	81,6	78,7
	100,0	100,0
Stickstoff	4,8	11,5

Die Asche bestand in 100 Theilen aus:

	I.	II.
Chlor	3,33	0,15
Schwefelsäure	3,01	6,03
Phosphorsäure . . .	15,66	13,50
Kieselsäure	5,10	2,80
Eisenoxyd	3,80	3,60
Thonerde	3,60	4,18
Manganoxyduloxyd . .	0,40	0,80
Kalk	9,52	3,36
Magnesia	5,32	5,78
Kali	1,92	5,04
Natron	1,31	3,23
Unlösliche Rückstand .	47,40	48,80

Henneberg im Verein mit Kühn, Märcker, E. Schulze und H. Schultze fanden die Zusammensetzung des Kothes ihres Durchschnittsthieres (die nähere Angaben p. 22 und 23) wie folgt:

Wasser	66,23
Kohlenstoff	16,16
Wasserstoff	2,00
Stickstoff	0,67
Sauerstoff	11,43
Kali	0,09
Natron	0,12
Kalk	0,77
Magnesia	0,30
Phosphorsäure	0,33
Schwefelsäure	0,07
Chlor	Spur
Kieselerde, Eisen u. s. w.	1,83
	100,00

Die von mir untersuchten Excremente sind von mit Rüben, Heu und Stroh ernährten Hammeln, und haben die folgende Zusammensetzung:

	frisch:	trocken:
Wasser	58,26	—
Organische Substanz	36,86	88,298
Asche	4,88	11,702

Die Asche bestand in 100 Theilen, nach Abzug des Sandes und der Kohlensäure aus:

Eisenoxyd	1,14
Kalkerde	23,65
Magnesia	1,29
Kali	7,15
Natron	9,58
Phosphorsäure	11,09
Schwefelsäure	1,47
Kieselsäure	43,71
Chlor	0,90
	99,98.

§. 31.

b. Der Harn.

Ueber den Harn liegen Untersuchungen von Sprengel, Fromberg, v. Bibra, Jürgensen, Hofmeister, W. Henneberg im Verein mit G. Kühn, Märcker, E. Schulze und H. Schultze und dem Verfasser vor.

Nach Jürgensen hat der Harn eines mit Heu ernährten Hammels die folgende Elementarzusammensetzung:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff	31,672	4,28
Wasserstoff	3,953	0,53
Sauerstoff	20,497	2,77
Stickstoff	9,745	1,31
Asche	34,133	4,61
Wasser	—	86,50
	100,000	100,00

Die Untersuchungen Hofmeister's haben für den Harn der bei den festen Excrementen näher bezeichneten Hammel folgende Elementar-Zusammensetzung ergeben:

	Wasser.	Trocken-substanz.	Harnstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Asche.
I.	86,06	13,94	3,09	4,32	1,51	5,79
II.	86,11	13,89	3,64	4,31	—	5,98
III.	84,82	15,18	5,61	2,76	2,35	4,87
IV.	85,64	14,56	4,78	3,18	1,69	4,56
V.	87,97	12,03	4,74	2,01	2,11	3,21
VI.	86,56	13,44	5,84	2,37	2,55	4,45
VII.	90,89	9,11	3,25	1,20	1,24	4,22
VIII.	88,46	11,54	4,86	1,82	1,89	3,66
IX.	88,05	11,95	4,39	2,74	2,25	4,28
X.	87,50	12,50	4,20	3,41	1,98	4,15

Die Asche des Harns besteht nach Jürgensen in 100 Theilen aus:

Eisenoxyd . . .	Spuren
Kalkerde	3,563
Magnesia . . .	7,699
Chlorkalium . .	72,113
Chlornatrium . .	5,360
Chlorcalcium . .	1,935
Phosphorsäure .	0,126
Schwefelsäure . .	8,898
Kieselsäure . . .	0,076
	99,770.

Nach den Untersuchungen von Henneberg, G. Kühn, M. Märcker, E. Schulze und H. Schulze ist die Zusammensetzung des Harnes ihres Durchschnittsthieres (die anderen Angaben p. 22 und 23) die folgende:

Wasser	86,06	Organ. Substanz, Ammoniak und gebundene Kohlensäure = 7,96*).
Kohlenstoff	3,96	
Wasserstoff	0,43	
Stickstoff	1,87	
Sauerstoff	2,20	
Kali	3,24	Mineralstoffe und freie Kohlensäure 5,98.
Natron	0,55	
Kalk	0,07	
Magnesia	0,20	
Phosphorsäure	0,01	
Schwefelsäure	0,24	
Freie Kohlensäure	0,42	
Chlor	1,51	
Kieselerde 2c.	0,07	
	100,33	
davon ab der dem Chlor entsprechende Sauerstoff	0,33	
	100,00	

*) Die 7,96% bestehen aus:

Harnstoff 2,21

Der Harn der Schafe hat eine gelbrothe bis rothe Farbe, welche nach einigem Stehen dunkelbraun wird, wobei derselbe ein schleimiges Sediment absetzt; er reagirt ferner in den meisten Fällen alkalisch und braust dann mit Säuren; nur bei den Versuchen Hofmeister's, bei welchen den Thieren neben Heu und Hafer Oelzusatz gegeben wurde (5—7), war die Reaction eine saure, und hier fand durch Säurezusatz kein Aufbrausen (Entweichen von Kohlensäurebläschen) statt; zugleich ist als auffallend hervorzuheben, daß dieser Harn Harnsäure enthielt, welche sonst in dem Harne der Pflanzenfresser noch nicht nachgewiesen worden ist. Im Harne des Schafes finden wir ferner zuerst eine quantitativ nachweisbare Menge von Phosphorsäure.

§. 32.

c. Die Gesammtausleerungen des Schafes.

Die Gesammtausleerungen des Schafes — Koth und Harn — bestehen nach Jürgensen bei einem mit Heu ernährten Hammel in 100 Theilen aus Folgendem:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff	44,53	14,58
Wasserstoff	5,08	1,67
Sauerstoff	31,53	10,37
Stickstoff	2,76	0,91
Asche	16,30	5,36
Wasser	—	67,11
	100,00	100,00

5. Die Excremente des Schweines.

§. 33.

a. Der Koth.

Die Excremente des Schweines sind bis jetzt von Boussingault und Rogers, ferner von Voigt, Wetzke und dem Verfasser quantitativ untersucht worden.

Nach Boussingault ist die elementare Zusammensetzung eines mit rohen Kartoffeln ernährten Schweines folgende:

Hippursäure	3,24
sonstiger organ. Substanz	2,07
Ammoniak	0,02
gebundener Kohlensäure .	0,42.

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff	27,6	4,42
Wasserstoff	4,5	0,72
Sauerstoff	22,9	3,66
Stickstoff	4,4	0,70
Asche	40,6	6,50
Wasser	—	84,00

Nach Rogers, von welchem vor Allem eine specielle Aschenanalyse vorliegt, besteht der Schweinekoth in 100 Theilen aus:

Wasser	77,13
Organische Substanz	15,37
Asche	7,50
	100,00

und die Asche in Prozenten aus:

Phosphors. Eisenoxyd	10,55
Kalkerde	2,03
Magnesia	2,24
Kali	3,60
Natron	3,44
Chlornatrium . . .	0,89
Phosphorsäure . . .	0,41
Schwefelsäure . . .	0,90
Kohlensäure	0,60
Kieselsäure	13,19
Manganoxydoxydul .	Spuren
Sand	61,37
	100,00.

Von Fr. Voigt und dem Verfasser liegen eine Anzahl von Koth-Untersuchungen von mit verschiedenem Futter ernährten Schweinen vor, von welchen ich hier zwei anführen werde. Bei diesem Versuchen verzehrte das eine Thier (I.) durchschnittlich täglich 1000 Grm. Gerste, 5000 Grm. Kartoffeln, 2572,3 Grm. saure Milch und 286,2 Grm. Wasser, dieses Thier war bei Beginn des Versuches 292 Tage alt und 121,9 Kilo schwer, es producirte täglich durchschnittlich 995,2 Grm. Koth und 4913,2 Grm. Harn. Das andere Schwein (II.) verzehrte durchschnittlich täglich 1000 Grm. Erbsen, 5000 Grm. Kartoffeln, 2572 Grm. saure Milch und 335 Grm. Wasser; beim Beginn des Versuches hatte dieses Thier ein Alter von 299 Tagen und ein Gewicht von 121,9 Kilo, es producirte täglich durchschnittlich 792,7 Grm. Koth und 4951,7 Grm. Harn; die Versuche dauerten je 6 Tage, die folgende Tabelle zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung des Kothes:

	I.	II.
Wasser	78,13	79,81
Stickstoffhaltige Nährstoffe .	5,47	7,14
Stickstofffreie Nährstoffe . .	12,24	7,30
Asche	2,88	3,92
Sand	1,28	1,83
	100,00	100,00.

Asche in 100 Theilen:

Eisenoxyd	3,79	4,22
Kalkerde	15,20	15,48
Magnesia	10,58	9,17
Kali	25,54	18,89
Natron	1,54	1,53
Phosphorsäure	36,10	35,72
Schwefelsäure	2,86	2,24
Kieselsäure	5,03	12,44
Chlor	0,83	0,64
	101,47	100,33
Ab der dem Chlor entsprechende Sauerstoff	0,19	0,14
	101,28	100,19.

§. 34.

b. Der Harn.

Ueber den Harn des Schweines liegen Analysen von Sprengel, Fromberg und Boussingault, Voigt und dem Verfasser vor.

Nach Boussingault ist die elementare Zusammensetzung des Harns eines mit in schwachem Salzwasser gekochten Kartoffeln ernährten Schweines, wie folgt:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff	12,1	0,25
Wasserstoff	1,5	0,03
Sauerstoff	25,0	0,54
Stickstoff	11,0	0,23
Asche	45,5	1,03
Wasser	—	97,92
		100,00.

Die Analyse auf die näheren Bestandtheile ergab für 1000 Theile des Harns:

Harnstoff	4,90
Zweifach kohlensaures Kali	10,74
Kohlensaure Magnesia	0,87
Kohlensaure Kalkerde	Spuren
Schwefelsaures Kali	1,98
Chlornatrium	1,28
Milchsaures Alkali	nicht bestimmt
Hippursäure	0,00
Kieselsäure	0,07
Wasser und nicht bestimmte organische Stoffe	979,14
	1000,00.

Die Zusammensetzung des Harnes fanden Voigt und der Verfasser unter den beim Kothe näher angegebenen Verhältnissen bei:

	Thier I.	Thier II.
Wasser . . .	97,705	97,219
Org. Substanz .	1,152	1,516
Asche	1,143	1,265
	100,000	100,000
Stickstoff . . .	0,393%	0,618%.
Asche in 100 Theilen:		
Eisenoxyd . .	0,204	0,272
Kalk	0,763	0,356
Magnesia . . .	1,635	1,723
Kali	58,656	59,586
Natron . . .	0,288	0,359
Phosphorsäure .	11,838	11,429
Schwefelsäure .	11,053	9,306
Kohlensäure . .	7,504	10,977
Kieselsäure . .	0,069	0,096
Chlor	7,988	5,900
	99,998	100,004.

Der Harn des Schweines ist von fast wasserheller bis schwach gelblich grünlicher Farbe, welcher beim längeren Stehen ebenfalls dunkler wird; derselbe reagirt entweder sauer (so fand ich den Harn einer mit Trebern und Wrucken ernährten Sau und eines mit Trebern, Runkeln und Schrot ernährten Mastschweines) oder neutral, auch ganz schwach alkalisch. Beim längeren Stehen (50 bis 60 St.) wird der saure Harn schwach alkalisch. Durch Zusatz von Säuren findet kein oder nur schwaches Aufbrausen statt.

Auffallend ist beim Schweineharn das Fehlen der Hippursäure; dieselbe scheint aber demselben nicht eigen zu sein, denn Boussingault, welcher die Abwesenheit derselben zunächst der Kartoffelnahrung zuschrieb, konnte auch bei Aenderung dieser durch Zusatz von frischem Klee dieselbe nicht nachweisen.

Der Schweineharn setzt in nicht allzu langer Zeit einen Bodensatz ab, welcher aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia besteht.

§. 35.

c. Die Gesammtausleerungen des Schweines.

Boussingault bestimmte die Elementar-Zusammensetzung der Gesammtausleerungen eines mit in Dampf gekochten Kartoffeln ernährten Schweines im Alter von 6 bis 8 Monaten, wie folgt:

	trocken:	feucht:
Kohlenstoff . . .	38,7	6,97
Wasserstoff . . .	4,8	0,86
Sauerstoff . . .	32,5	5,85
Stickstoff	3,4	0,61
Asche	20,6	3,71
Wasser	—	82,00
	100,00	100,00.

Nach Voigt und dem Verfasser ist die Trockensubstanz der Gesammtausleerungen (Koth und Harn) des Schweines unter den beim Koth näher angegebenen Verhältnissen (p. 48) wie folgt, zusammengestellt:

	Thier I.	Thier II.
Organische Substanz	74,87	69,00
Eisenoxyd	0,40	0,53
Kalkerde	1,52	1,76
Magnesia	1,22	1,35
Kali	12,41	15,59
Natron	0,25	0,28
Phosphorsäure	5,25	6,37
Kieselsäure	0,46	1,36
Schwefelsäure	2,17	2,36
Chlor	1,46	1,41
	100,00	100,01
Stickstoff	8,66%	14,25%.

Den Einfluß der Beschaffenheit des Futters auf die Zusammensetzung der Excremente zeigen obige Analysen-Resultate sehr schön.

II. Die Einstreu.

§. 36.

In dem Vorgehenden haben wir die Excremente, den einen Factor des Mistes, kennen gelernt; da aber der Mist von diesen und den Einstreu-Materialien gebildet wird, so haben wir jetzt zunächst letztere in ihren Beziehungen zur Mistgewinnung zu betrachten. Die Einstreu-Materialien haben nicht nur die Aufgabe, den Thieren ein trockenes und warmes Lager zu gewähren, sondern sie sind auch für den Dünger selbst von großer Bedeutung.

Die Aufgabe der Streu bei der Dunggewinnung ist eine dreifache, nämlich:

1. Die Excremente der Thiere aufzusaugen und festzuhalten und so zur vollkommenen Gewinnung derselben beizutragen.
2. Die schnelle Zersetzung der Excremente durch die langsamere von ihrer Seite zu mäßigen.
3. Den Dünger qualitativ und quantitativ in seinem Werthe zu erhöhen.

Als Streu-Materialien werden angewendet: das Stroh des Weizens und Roggens, seltener das der Gerste und des Hafers, dann das des Buchweizens und des Rapses, seltener wieder das der Erbsen, Bohnen und Wicken, ferner Waldstreu, bestehend aus den Blättern, resp. Nadeln der Laub- und Nadelhölzer, den Moosen, Flechten, Haidekraut u. s. w. und schließlich die Erde.

Diese verschiedenen Kategorien der Einstreu verrichten die ihnen auferlegten Funktionen in ungleichem Grade. Wir haben im Nachfolgenden zu untersuchen, wie die Anforderungen an eine gute Einstreu von den einzelnen Streu-Materialien gelöst werden.

§. 37.

1. Vollkommene Gewinnung der Excremente.

a. Die Stroharten.

Von dem Stroh wird diese erste Aufgabe bei Anwendung genügender Mengen desselben in ziemlich befriedigendem Grade gelöst.

Die Einstreu soll, wie wir gesehen haben, die flüssigen Theile der Excremente aufsaugen und die festen festhalten. Da das Stroh eine ziemlich bedeutende wasserfassende und wasserhaltende Kraft und Consistenz besitzt, so vermag es diesen Ansprüchen nachzukommen. Diese Eigenschaften verdankt das Stroh seiner Zusammensetzung und seiner Form: die Bestandtheile des Strohes, vor Allem die Cellulose, absorbiren eine bedeutende Menge Wasser; dann saugt der hohle, röhrenartige Stengel desselben vermittelst der Haarröhrenkraft eine bedeutende Menge Flüssigkeit auf; vermöge der runden Form und der consistenten Beschaffenheit des Strohes entstehen ferner durch das Aufeinanderliegen mehrerer Halme wiederum Röhren, welche zur Aufnahme von Flüssigkeit dienen. Schließlich kann das Stroh wegen der Consistenz der Halme das Festhalten der festen Excremente gut bewirken.

Ueber die wasserhaltende und wasserfassende Kraft der Stroharten führe ich hier die folgenden Versuche von mir an.

Voraus bemerke ich über die Art der Anstellung der Versuche Folgendes:

Von dem betreffenden Stroh wurde ein kleines Bund fest zusammengebunden und dann so in Wasser gelegt, daß es von demselben ganz bedeckt war. Nach Verlauf von 24, resp. 48 Stunden wurde dasselbe aus dem Wasser genommen, $^1/_2$ Stunde aufrecht hingestellt, um das anhängende Wasser ablaufen zu lassen und darauf noch $1^1/_2$ Stunden, bevor es gewogen wurde, liegen gelassen, um so das anhängende Wasser vollständig zu entfernen. Ich operirte mit Weizen-, Roggen-, Hafer- nnd Erbsenstroh. Die Zimmer-Temperatur während des Versuchs variirte zwischen 9 und 11° C. und die des Wassers zwischen $8^1/_2$ und $9^1/_2$° C. Das Weizenstroh enthielt bei Beginn des Versuchs 13,4, das Roggenstroh 13,3, das Haferstroh 14,8 und Erbsenstroh 15,1% Wasser.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate des Versuchs.

	Weizenstroh. %	Roggenstroh. %	Haferstroh. %	Erbsenstroh. %
In 24 Stunden aufgenommenes Wasser	225,8	241,4	213,6	280,9
Nach 2 Stunden wieder abgegebenes Wasser . .	12,6	11,0	5,0	8,4
„ weiteren 2 Stunden „ „ . .	5,8	3,6	4,3	12,7
„ „ 16 „ „ „ . .	18,9	35,4	14,5	32,3
„ „ 4 „ „ „ . .	6,3	2,2	3,8	8,7
„ „ 4 „ „ „ . .	1,1	3,3	2,9	7,5
„ „ 16 „ „ „ . .	10,5	12,2	9,5	22,6
somit in 44 Stunden an Wasser abgegeben . . .	55,0	67,7	40,0	92,2
und nach 44stündigem Liegen an der Luft an Wasser zurückgehalten	170,8	173,7	173,6	188,7

Eine andere Partie des Weizenstrohes blieb, nachdem es 24 Stunden in Wasser gelegen und darauf, wie oben, gewogen, noch weitere 24 Stunden in dem Wasser liegen, nahm jetzt noch 21,8% Wasser auf (es hatte somit in 48 St. 247,6% zurückgehalten) und es gab hiervon in den ersten 6 St. 18,7 und in den darauf folgenden 18 St. 28,0% ab, somit in 24 St. 46,7%, enthielt also nach 24stündigem Liegen an der Luft von dem in 48 St. aufgenommenen Wasser noch 200,9%.

Ich hebe hier noch hervor, was bereits aus der Beschreibung der Art der Anstellung der Versuche folgt, daß die obigen Zahlen nur das Wasser repräsentiren, welches von den Bestandtheilen des Strohes absorbirt worden ist.

b. Die Waldstreu.

Die wasserhaltende Kraft der Waldstreu ist nach den darüber vorliegenden Versuchen größer als die der Stroharten.

Nach Krutzsch ist die wasserhaltende Kraft
des Buchenlaubes = 441,55,
die der Fichtennadeln = 308,83 und
die der Kiefernadeln = 221,35.

Obgleich sich die Waldstreu hiernach zur Auffaugung des Harns gut eignet, so leistet sie in Betreff der Ansammlung und des Festhaltens der festen Excremente wegen ihrer geringen Consistenz nur schwache Dienste, weshalb bei Anwendung derselben sich schwer für die Thiere, vor Allem für das Rind, ein trockenes Lager erzielen lassen wird.

c. Die Erdeinstreu.

Daß die Erdeinstreu die vollständige Gewinnung der Excremente gut besorgt, geht aus den physikalischen Eigenschaften der Erden, wie sie im I. Bd. p. 563 u. f. beschrieben sind, zur Genüge hervor, weshalb hier nur auf das da Angeführte verwiesen zu werden braucht.

Ueber Jauche-Imbition von Streumaterialien liegt eine Arbeit von J. Breitenlohner vor, welcher ich folgendes entnehme. Er benutzte zu diesen Versuchen große Flaschen, in welchen gleiche Gewichtsmengen Material mitunter sich gleichen Mengen Jauche übergossen und 8 Tage lang stehen gelassen wurden. Roggen- und Pferdebohnenstroh, Waldstreu, die ja meist aus Haide und Moos bestand, Föhren- und Fichtenreisig wurden kurz (!) geschnitten; die Laubstreu, welche größtentheils von Eichen und Pappeln stammte, war durch Trocknen etwas zerbröckelt (!), die Gerberlohe wurde durch ein weites Sieb geschlagen und der Torf, fasrig speckiger Hochmoortorf im Mörser zerkleinert (!). Das Reisig befand sich im natürlichen Zustande, die übrigen Materialien waren mehr oder minder gut lufttrocken.

Das Eigengewicht der ursprünglichen und der je abgegossenen Jauche wurde durch das Piknometer ermittelt. Das Gewichtsverhältniß der Streumittel nach dem Volumen wurde hergestellt, indem eine weithalsige Literflasche mit den nöthigenfalls weiter zerkleinerten Materialien je nach der Beschaffenheit desselben mehr oder minder dicht vollgedrückt und fest gerüttelt wurde.

Die Trennung der überschüssigen Jauche von den Streumitteln wurde am Ende des Versuches durch Abcoliren (die Mündung der Flaschen war mit Linien überbunden) bewerkstelligt.

Aus der Art der Zubereitung der Materialien für die Versuche geht hervor, daß die erhaltenen Resultate zu hoch ausgefallen sein müssen und daß dieselben auch unter sich nicht strenge verglichen werden können.

Die folgende Tabelle auf pag. 55 enthält die gewonnenen Resultate:

§. 38.

2. Verzögerung der Zersetzung der Excremente.

Die Zersetzungsfähigkeit der organischen Körper wird durch ihren Stickstoffgehalt bedingt: je größer dieser ist, um so leichter zersetzen sich dieselben unter sonst gleichen Verhältnissen. In den Excrementen unserer Hausthiere sind nun mehrere stickstoffreiche Körper vorhanden: Harnstoff, Hippursäure, Harnfarbstoffe im Harn, die Galle u. s. w., kurz die Verdauungssäfte in den festen Excrementen. Alle diese Stoffe unterliegen, wenn sich die für die Zersetzung günstigen Factoren: Wärme, Wasser, Sauerstoff, niedere Pilze und Fermente vereinigen, sehr schnell dem Zerfall.

Da in einem späteren Kapitel die Art der Zersetzung der

Einstreu.	Feuchtigkeit bei 100° C. Proc.	1000 Gew. Theile nehmen Jauche auf	Eigengew. der abgelaufenen Jauche (ursprünglich. Eigengewicht = 1,0187)	Differenz des Eigengewichtes gegen anfänglich	Gewichtsverhältniß nach dem Volumen Roggenstroh = 100	Jaucheaufnahme nach dem Volumen	Gewichte
						Föhre = 100	
Roggenstroh . . .	8,0	3000	1,0210	+0,0023	100	461	1200
Pferdebohnenstroh .	10,8	3300	1,0239	+0,0052	118	598	1320
Sägespäne	6,6	3571	1,0205	+0,0018	144	790	1428
Waldstreu	5,7	3083	1,0213	+0,0026	154	731	1233
Laubstreu	5,1	4330	1,0227	+0,0040	156	1038	1732
Gerberlohe	5,6	2150	1,0199	+0,0012	250	826	860
Föhrenreisig . . .	61,2	250	1,0214	+0,0027	259	100	100
Fichtenreisig . . .	54,2	357	1,0213	+0,0026	272	150	143
Torf	10,5	4483	1,0177	—0,0010	134	925	1793
Erde..	4,9	550	1,0148	—0,0059	741	626	220

organischen Körper speciell besprochen werden muß, so verweise ich hier auf das dort Angeführte.

Sobald der Stickstoffgehalt der Excremente verringert, derselbe, wie ich sagen möchte, verdünnt wird, so muß in Folge dessen auch die Zersetzung eine langsamere werden. Dies wird ferner in einem noch höheren Grade der Fall sein, sobald auch die andern die Zersetzung bewirkenden Factoren in geringerem Grade Zutritt haben.

Wenn wir von diesem Gesichtspunkte aus die Wirkung der Einstreu-Materialien auf die Zersetzunng der Excremente betrachten, so ergiebt sich für die einzelnen das Folgende:

a. Die Stroharten.

Die Stroharten, besonders die vorherrschend zur Einstreu verwendeten, wie das Weizen- und Roggenstroh, sind stickstoffarm; es wird somit der Stickstoff der Excremente bei der Vermischung derselben mit dem Stroh verringert; in Folge dessen muß auch die Zersetzung der Masse verlangsamert werden. Bei dieser Wirkung des Strohes kommt aber nicht nur in Betracht, daß der Stickstoffgehalt desselben ein geringer, sondern ferner noch, daß die Form, in welcher derselbe zum größten Theile darin vorhanden, eine solche ist, welche den zersetzenden Einflüssen lange widersteht. Wir sehen dies an dem Strohe, mit dem die Gebäude bedeckt sind; dasselbe liegt Jahre lang auf den Dächern, ohne irgend wie bedeutend der Zersetzung zu unterliegen, obgleich es hierbei allen diese bewirkenden Factoren ausgesetzt ist.

Durch die Art und Weise ferner, in welcher das Stroh die Excremente aufsaugt und ansammelt, entzieht es dieselben in gewissem Grade dem Einfluß des Sauerstoffs und der Fermente der atmosphärischen Luft: es beschränkt das Hinzutreten derselben und trägt auch so zur Conservirung jener bei.

b. Die Waldstreu.

Die Waldstreu erfüllt auch diese Aufgabe in bedeutend geringerem Grade als die Stroharten und zwar deshalb, weil sie einerseits stickstoffreicher als das Stroh ist und anderseits die Ansammlung der Excremente, wie wir gesehen haben, weniger vollkommen als das Stroh bewirkt, und in Folge dessen auch die Einflüsse, welche die Luft bei der Zersetzung ausübt, weniger zu beschränken im Stande ist.

c. Die Erdeinstreu.

Die Erdeinstreu dagegen löst auch diese Aufgabe am vollständigsten; sie ist stickstoffarm und verdünnt somit in noch weit höherem Grade, wie das Stroh, den Stickstoffgehalt der Excremente; sie bewirkt ferner eine vollständige Aufsaugung der Excremente und beschränkt daher noch mehr, wie das Stroh, den Zutritt der Luft. Schließlich aber verringert die Erde noch einen andern wichtigen Factor der Zersetzung, nämlich die Wärme und vermag aus diesen Gründen die Verlangsamerung der Zersetzung der Excremente am besten auszuführen.

§. 39.

3. Quantitative und qualitative Werthérhöhung der Excremente.

Die Wirkung des Stalldüngers, wie das später noch specieller dargelegt werden wird, ist eine doppelte: sie besteht in Bereicherung des Bodens an Pflanzennährstoffen und in Verbesserung der physikalischen Eigenschaften desselben.

In wie weit die Einstreu-Materialien die Excremente an Pflanzennährstoffen bereichern, kann nur durch die Zusammensetzung derselben gezeigt werden; zu dem Zwecke sind in der folgenden Tabelle einige Analysen der Stroharten und Waldstreu, soweit sie im ersten Bande noch nicht gegeben worden, zusammengestellt. In Betreff der Aschenanalysen der Stroharten und der Analysen der Erden verweise ich auf den ersten Band.

Die physikalische Wirkung der Einstreu muß bei Gelegenheit der Besprechung der Wirkung des Stalldungs dargethan werden, weshalb ich hier auf das dort Anzuführende verweise. Bemerkt sei hier nur, daß diese Wirkung am vollständigsten von der Erdeinstreu und am schlechtesten von der Waldstreu hervorgebracht wird.

Resumiren wir jetzt kurz das von den Einstreu-Materialien Dargelegte, so sehen wir, daß die Erdeinstreu aus den meisten Gründen ein sehr wichtiges und zu empfehlendes Einstreu-Material ist, daß dagegen die Waldstreu die von ihr geforderten Aufgaben am wenigsten löst, und somit von beiden das schlechteste Surrogat für das Stroh ist.

Wenn man ferner noch bedenkt, wie schädlich die Wegnahme der Waldstreu für den Wald selbst ist, was hier näher zu erörtern nicht der Ort, so ist die Anwendung derselben als Surrogat für das Stroh noch weniger zu empfehlen.

I. Die Stroh-

		Wasser.	Stickstoff-haltige Substanz.	Fett.	Stickstoff-freie Substanz.	Holzfaser.	Asche.	Stickstoff.
Weizenstroh,	Minim.:[1])	10,88	1,42	0,68	34,11	32,31	3,12	0,227
	Maxim.:	17,52	5,12	1,91	44,39	39,61	6,38	0,819
	Mittel:	13,55	3,03	1,10	40,90	37,48	3,94	0,485
Roggenstroh,	Minim.:	10,79	1,93	1,07	23,38	38,89	3,11	0,309
	Maxim.:	15,85	4,60	1,83	37,48	53,92	5,48	0,736
	Mittel:	13,00	3,61	1,35	33,42	44,65	3,97	0,578
Haferstroh,	Minim.:	10,30	2,00	1,00	33,11	33,51	4,07	0,320
	Maxim.:	15,14	7,00	2,73	41,19	47,19	7,01	1,120
	Mittel:	13,63	4,55	1,64	36,95	37,97	5,26	0,728
Gerstenstroh,	Minim.:	9,73	2,60	1,40	31,80	37,01	6,35	0,416
	Maxim.:	14,91	5,37	2,34	35,71	52,30	7,80	0,859
	Mittel:	13,31	3,57	1,90	32,07	42,00	7,15	0,571
Erbsenstroh,	Minim.:	12,50	4,80	2,00		34,30	3,30	0,768
	Maxim.:	16,02	10,10	2,34		51,80	4,93	1,616
	Mittel:	14,28	7,56	2,17	29,39	42,47	4,13	1,210
Bohnenstroh,	Minim.:	14,47	9,44	0,69	31,26	25,84	5,00	1,510
	Maxim.:	21,70	16,38	2,23	32,50	34,00	9,45	2,621
	Mittel:	17,82	12,01	1,31	31,80	30,67	6,39	1,922
Wickenstroh,	Minim.:	12,50	6,60			32,40	5,70	1,056
	Maxim.:	14,30	7,10			53,10	8,50	1,080
	Mittel:	13,40	6,98	2,00	28,12	42,60	9,90	1,117
Lupinenstroh,	Mittel:	14,20	5,43	1,28	33,68	41,73	3,68	0,869

[1]) Diese Zahlen sind dem Werke von Th. Dietrich u. J. König

arten.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Asche.	
Winterweizenstroh	48,4	5,3	38,9	0,4	7,0	Boussingault.
do. alt	46,04	6,02	40,08	1,05	6,81	Henneberg u. Stohmann.
do.	45,76	5,98	40,01	0,94	7,31	dies.
do.	45,66	5,97	40,00	0,88	7,49	dies.
do.	44,76	6,37	41,89	0,61	6,87	dies.
Roggenstroh	49,9	5,6	40,6	0,3	3,6	Boussingault.
Haferstroh	50,1	5,4	39,0	0,4	5,1	ders.
	45,32	6,41	38,94	1,15	8,18	Henneberg u. Stohmann.
	45,51	6,18	41,74	0,60	6,00	dies.
	46,03	5,87	40,38	0,53	7,9	Henneberg, Märker, E. Schulze u. H. Schultze.
Erbsenstroh	45,8	5,0	35,6	2,3	11,3	Boussingault.
Bohnenstroh	46,21	6,34	39,47	1,93	6,05	Henneberg u. Stohmann.

„Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futterstoffe“ entnommen.

II. Analysen von

Namen der betr. Bäume.	Wasser.	Stickstoffhaltige Substanz.	Stickstofffreie Substanz.	Rohfaser.	Asche.	Namen der Analytiker.
		In 100 Theilen Trockensubstanz.				
Akazie (Robinia Pseudo-Acacia) (im trockenen Zustande . . .	6,00	8,96	72,52	15,33	3,19	R. Hoffmann.
do. (Trockensubstanz)		12,44	63,66	14,20	9,70	v. Orelli u. Junghähnel.
Ahorn (Acer Pseudoplatanus	55,60	14,86	64,57	15,50	5,08	dieselben.
Aspe (Populus tremula)	53,10	10,08	66,70	18,20	5,02	dieselben.
Buche (Fagus sylvatica) ? (Oct. frisch)	49,63	12,00	55,95	21,25	10,80	L. Rissmüller.
do. (Nov. (frisch)	59,45	7,81	54,25	25,52	11,42	derselbe.
do.	51,70	10,64	61,43	23,75	4,18	v. Orelli u. Junghähnel.
do.		0,80[2]			7,12	H. Krutzsch.
do. (am Baume abgestorben	25,06	88,69			11,31	Ph. Zöller.
do. (October)	62,85	11,94	24,78[3]	23,77	5,91	L. Dulk.
do. (November)	66,37	7,33	26,43[4]	26,91	6,39	derselbe.
Birke (Betula alba) .	53,00	10,96	67,42	18,10	3,52	v. Orelli u. Junghähnel.
Eiche (Quercus pedunculata) (in trockenem Zustande	5,00	6,02	66,76	14,21	8,01	R. Hoffmann.
(im frischen Zustande)	54,70	14,36	67,70	13,40	4,54	v. Orelli u. Junghähnel.
Espe (Populus tremula (im trockenem Zustande	5,00	12,21	62,47	16,32	4,00	R. Hoffmann.
Esche (Fraxinus excelsior	62,90	11,21	65,94	13,70	9,15	v. Orelli u. Junghähnel.
Eberesche (Sorbus aucuparia		11,34	64,86	16,70	7,10	dieselben.
Fichte (Pinus Abies) .		1,89[2]			2,58	H. Krutzsch.
do.						
Hasel (Corylus Avellana)	60,4	14,50	65,85	14,50	5,15	v. Orelli u. Junghähnel.
Kiefer (Pinus sylvestris)		1,35[2]			7,13	H. Krutzsch.
do.						
do. (1jährig 27. Oct.)					24,13	L. Dulk.
do. (2jährig 27. Oct.)					23,14	derselbe.

[1]) und Thonerde und Sand. [2]) Stickstoff. [3]) 2,80% Gerbsäure
[7]) Manganoxyd. [8]) und 0,13% Thonerde [9]) und 1,43% Thonerde.

Laub resp. Nadeln.

Die Asche in 100 Theilen.												
Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Eisenoxyd.	Manganoxydoxydul.	Phosphorsäure.	Kieselsäure.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Chlor.	Aschenprocente.	Namen der Analytiker.
0,83	0,17	3,38	0,76	0,06		0,35	2,52					L. Riffmüller.
0,66	0,16	3,76	0,82	0,06		0,12	2,64					derselbe.
1,48		19,60	6,61			5,24	37,42	1,28	22,24[1]	0,24		H. Krutzsch.
4,23	0,40	35,38	2,09	1,02		2,90	24,73	5,35	[10])	0,46		Rh. Zöller.
25,21		31,13	4,74	1,35	0,85	13,87	20,14	2,37				L. Dulk.
20,65		34,74	4,38	1,10	0,78	12,05	23,63	2,19				derselbe.
42,50[5] (Kali und Natron)		12,88				9,13	14,50	20,99 (Schwefelsäure und Kohlensäure)				E. Gueymard.
1,17		12,36	1,90			6,75	57,18	18,40[6] (Schwefelsäure und Kohlensäure)			2,58	H. Krutzsch.
1,98	0,45	10,46	0,99	6,07[9]	2,82[7]	0,54	65,52	1,13	8,22	0,51		Karmrodt.
5,48		22,43	5,36			8,89	7,11	45,79[6] (Schwefelsäure und Kohlensäure)		2,39		H. Krutzsch.
2,56	0,38	11,10	1,21	7,38[8]	2,62[7]	0,12	63,89	1,58	8,72	0,43		Karmrodt.
35,87		16,45	5,80	7,50	6,84	19,02	1,70	4,48				L. Dulk.
30,86		24,20	5,06	8,77	8,73	14,61	3,93	3,71				derselbe.
8,70	2,15	66,54	7,03	1,19		4,48	8,15	1,10		0,32	5,59	Fr. Schulze.

1) 3,58% Gerbsäure. 5) Lösliche Salze. 6) und Eisenoxyd und Sand.
10) Unbestimmtes 23,54%.

II. Analysen von

Namen der betreffenden Bäume.	Wasser.	Stickstoffhaltige Substanz.	Stickstofffreie Substanz.	Rohfaser.	Asche.	Namen der Analytiker.
		In 100 Theilen Trocken-substanz.				
Lärche[1]) (Pinus Larix)						
(1068 M hoch, humusreicher Kalkboden der Alpen)					2,49	R. Weber.
(880 M hoch von demselben Boden, geschützt)					2,77	derselbe.
(von humosem, sandigem Lehmboden des bayrisch-böhmischen Gebirges)					2,75	derselbe.
(476 M hoch, von einem lehmigen Sandboden des Spessarts) . .					3,57	derselbe.
(117 M hoch, Mainthalebene, Aschaffenburg)					6,02	derselbe.
Pappel (Populus?)						
Sommerlinde (Tilia grandifolia)	58,40	13,86	61,64	15,20	9,30	v. Orelli u. Junghähnel.
Salweide (Salix Caprea) . . .	60,90	12,34	62,68	18,50	6,48	dieselben.
Schwarzerle (Alnus glutinosa) .	58,60	9,13	73,49	13,25	4,13	dieselben.
Tanne (Pinus Picea)						
Ulme (Ulmus effusa)	54,30	11,71	61,50	19,15	7,64	dieselben.
Weißerle (Alnus incana) . . .	58,80	17,76	52,99	24,75	4,50	dieselben.
Winterlinde (Tilia parvifolia) .	60,80	14,86	61,37	16,15	7,32	dieselben.
Weißbuche (Carpinus Betulus) .	51,20	7,81	72,11	14,80	5,28	dieselben.
Posidonia oceanea (Koen)						
Alge als Dünger in Mittel- und Süd-Italien verwendet: grüne Alge						
graue Alge						
Haidekraut (Erica vulgaris) . .						

[1]) Lösliche Salze.

…aub resp. Nadeln.

Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Eisenoxyd.	Manganoxyd.	Phosphorsäure.	Kieselsäure.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Chlor.	Aschenprocente.	Namen der Analytiker.
		Die Asche in 100 Theilen										
1,18	0,37	4,12	0,75	6,21	1,23	0,11	81,61	0,60	3,24	0,42		Karmrodt.
20,88	1,20	40,16	14,86	0,40		13,66	4,42	5,62				R. Weber.
15,68	0,72	38,99	14,80	2,89		8,31	14,44	3,97				derselbe.
29,09	2,55	16,73	7,64	2,18		13,82	24,00	3,27				derselbe.
23,53	1,68	14,57	8,40	3,08		24,65	21,57	3,08				derselbe.
23,92	1,33	34,72	8,31	2,83		11,96	14,45	1,99				derselbe.
51,75[1])		16,24				6,50	5,00	20,51				E. Gueymard.
11,13	1,59	62,64	4,61	0,89		6,89	10,79	0,63		0,82	7,10	Fr. Schulze.
40,13[1])		24,25				6,13	2,50	26,99				E. Gueymard.
4,07	8,61	36,89	14,50	7,62		2,54	20,86	3,05		1,84		F. Sestini.
1,28	12,39	40,60	14,96	8,98		1,92	12,82	4,89		2,16		derselbe.
4,81	10,23	26,49	8,39	9,61		0,61	29,78	5,22		4,86	1,96	Wiegmann.

III. Analysen von Waldmoosen.

Name der Waldmoose.	Wasser.	Asche.	Organ. Stoffe.	Darin an Stickstoff.	Phosphorsäure in der Asche.	Name der Analytiker.
Hypnum tamariscinum . .	16,41	6,30	77,29	1,21		R. Hoffmann.
„ cristanatrensis . .	12,00	5,17	82,33	1,53		ders.
„ plendus	15,00	3,77	81,23	1,11		ders.
„ triquestrum . .	16,07	5,36	78,57	1,22		ders.
„ inpressiforme . .	14,28	1,40	84,32	1,12	3,1	ders.
„ rusciforme . . .	18,83	2,32	78,85	1,23		ders.
„ sylvestre . . .	14,20	1,37	84,43	0,839	6,0	ders.
Polytrichum commune . .	16,24	2,70	81,06	0,90		ders.
Climarium dendroides . .	18,70	2,01	79,29	1,427	3,2	ders.

Kapitel II.

Die einzelnen Mistarten.

I. Der Pferdemist.

§ 40.

A. Die Zusammensetzung desselben.

Der Pferdemist wird, wie wir gesehen haben, aus den Gesammtexcrementen und der Einstreu gebildet. Da nun die Zusammensetzung der Excremente keine constante, sondern nach der Art der Ernährung eine wechselnde ist, so ist es natürlich auch unmöglich, die Zusammensetzung des Pferdemistes in absoluten Zahlen anzugeben, sondern die anzuführenden können stets nur einen relativen Werth haben. Die Ernährung des Pferdes ist aber im Allgemeinen keine so wechselnde, wie z. B. die des Rindes, indem die vorherrschende Nahrung desselben Hafer, Heu, Stroh und Wasser ist, dem höchstens noch irgend ein Kraftfutter zugefügt wird, somit werden auch die über die Zusammensetzung der Gesammtexcremente des Pferdes vorliegenden Analysen, wenn deren Zahl leider auch nur eine geringe ist, einen allgemeineren Werth beanspruchen können, als dies beim Rinde, wenn hier auch nur so wenige Analysen vorlägen, der Fall sein würde.

Ich benutze, um die Zusammensetzung des Pferdemistes darzulegen, in Betreff der Excremente die schon bei den Pferde-Excrementen angeführten Untersuchungen von Boussingault und Hofmeister und in Betreff der Zusammensetzung des Strohes die Analysen von Boussingault.

Was die Menge der Einstreu anbetrifft, über die wir gleich sprechen werden, so sei nur bemerkt, daß hier 4, resp. 6 Pfund Weizenstroh der Berechnung zu Grunde gelegt sind. Bei Anwendung einer anderen Einstreu oder einer anderen Menge derselben sind die auf der Tabelle angeführten Zahlen für die hier benutzten leicht zu substituiren. Nach Boussingault betragen die Excremente pro Tag bei Fütterung von Heu und Hafer 31,16 Pfund, welche getrocknet 7,42 Pfund wiegen.

Die Gesammtmenge der Excremente macht nach Hofmeister's Bestimmungen 25,07 Pfund mit einem Trockengehalte von 5,32 Pfund aus.

Diese Excremente und die Einstreu bestehen in preuß. Pfunden aus:

	Boussingault.	Hofmeister.	Mittel aus beiden.	4 ℔ Weizenstroh.	6 ℔ Weizenstroh.	Excremente u. 4 ℔ Einstreu.	Excremente u. 6 ℔ Einstreu.
Kohlenstoff	2,86	2,30	2,58	1,43	2,14	4,01	4,72
Wasserstoff	0,37	0,28	0,33	0,16	0,24	0,49	0,57
Stickstoff	0,20	0,15	0,18	0,01	0,02	0,19	0,20
Sauerstoff	2,70	1,84	2,27	1,15	1,72	3,42	3,99
Asche .	1,29	0,54	0,92	0,23	0,34	1,15	1,26
Wasser .	23,73	19,93	21,83	1,02	1,53	22,85	23,36
Summa	31,15	25,04	28,11	4,00	6,00	32,11	34,11

§. 41.

B. Die Behandlung des Pferdemistes im Stalle.

Der Zweck der Behandlung des Düngers für die Dungbereitung im Stalle, sowie ferner auf der Dungstätte, ist, denselben vor Verlusten zu schützen. Diese Verluste können in löslichen (Harn und lösliche, resp. gelöste Stoffe der festen Excremente) und in flüchtigen Körpern (Producten der Zersetzung) bestehen.

Es ist hier der Gegensatz zwischen löslichen und flüchtigen Stoffen gemacht, womit natürlich nicht gesagt sein kann, daß die flüchtigen auch nicht löslich wären; unter „löslich“ sind hier, sowie später, die im Wasser gelösten, und unter „flüchtig“ die gasförmig entweichenden Stoffe verstanden.

Gegen Verluste an löslichen Stoffen schützen den Mist die Beschaffenheit des Fußbodens des Stalles und die Einstreu in der nöthigen Menge, gegen die an flüchtigen Stoffen die Einstreu- und die sogenannten künstlichen Conservations-Mittel.

a. Schutz gegen Verluste an löslichen Stoffen.

§. 42.

α. Beschaffenheit des Standes.

Ist der Boden des Stalles ein durchlassender, so geht von den löslichen und gelösten Stoffen des Düngers ein nicht unbeträchtlicher Theil verloren. Da dies nun gerade diejenigen sind,

welche dem Dünger vor Allem als Pflanzenernährer seinen Werth verleihen, so folgt daraus, daß wir denselben hiergegen zu schützen haben.

Was zunächst die Erde anbetrifft, so ist diese, so gut sie auch in anderer Hinsicht sein mag, hier durchaus zu verwerfen, da dieselbe stets mehr oder weniger von den gelösten Stoffen in sich aufnimmt. Soll Erde aber angewandt werden, so ist so bindige (Thon) als möglich zu wählen.

Auspflasterung der Ställe schützt ferner ebenfalls nicht vor Verlusten. Ich habe z. B. Bohrungen in gepflasterten Kuhställen vorgenommen und gefunden, daß die Jauche bis über 6′ tief in den Boden eingedrungen war.

Der wässerige Extract einer über 6′ tief entnommenen Probe hatte in Farbe und Geruch ganz die Eigenschaften der Jauche. Erwähnt muß freilich noch werden, daß auf die Steine Sand folgte.

Wenn ein Pflaster in Ställen angewendet werden soll, so müssen die Steine wenigstens in eine recht bindige Erde gelegt werden.

Ausmauerungen der Ställe mit Verbindung der Mauersteine durch Cement wird sich hier am besten empfehlen.

Noch besser wäre vollständige Cementirung der Ställe; leider empfiehlt sich dieselbe aus anderen Gründen nicht.

Was den Kostenpunkt der Ausmauerung anbetrifft, so beläuft sich derselbe nach der Angabe des Herrn Architekten A. Otto,*) welcher die Güte hatte, mir denselben zu berechnen, für den Quadratmeter Kantpflaster auf 4 Mark 33 Pf. und zwar bei folgenden Preissätzen:

	Mark	Pf.
60 Stück Ziegel à 1000 Stück 33 Mark	2 Mark	— Pf.
0,10 Kbm. Sand à 2,00 Mark	— „	20 „
0,10 Hektoliter Kalk à 2,80 Mark	— „	28 „
0,15 „ Cement à 9,00 Mark	1 „	35 „
Arbeitslohn	— „	50 „
	4 Mark	33 Pf.

Von England aus ist ferner in neuerer Zeit Gutta-Percha für die Fußböden sehr empfohlen. Da aber der Quadratmeter 11 Mk. 68 Pf. kostet, wird dieser hohe Preis der Einführung derselben wohl sehr hinderlich sein, wenn auch die Vortheile noch so groß wären.

§. 43.

β. Die Einstreu.

Die Angaben der Landwirthe über die Menge der anzuwendenden Einstreu variiren zwischen 4—6 Pfd.

*) Die in der I. Auflage befindlichen Angaben des Herrn Baumeister Kinzel hat Herr Architekt A. Otto gütigst auf die jetzigen Verhältnisse übertragen.

Die Aufgabe der Einstreu ist die möglichst vollständige Aufnahme der Excremente; hieraus folgt, daß zwischen Excrementen und Einstreu ein bestimmtes Verhältniß herrschen muß: je mehr und je wasserhaltiger jene, um so mehr von dieser. Wir wissen, daß sich die Menge und Beschaffenheit der Excremente nach der Ernährung des Thieres richten. Vorher war erwähnt, daß das Futter des Pferdes nicht sehr variire, daher wird auch die Beschaffenheit der Excremente weniger verschieden sein, als die Menge derselben, welche natürlich auch von der Beschaffenheit der Nahrung, dann aber auch von der Menge dieser abhängt, welche letztere sich wieder unter sonst gleichen Verhältnissen nach der Größe der Thiere und im Verein mit der Qualität nach den verlangten Leistungen desselben richtet.

Wenn wir die Verdauungsfähigkeit der Pferde als gleich annehmen (daß sie nicht vollständig gleich ist, bedarf natürlich der Worte weiter nicht), so wird stets die Quantität und Qualität des Futters, der Haupt-, ja einzige Factor für die Bestimmung der Menge und Beschaffenheit der Excremente sein. Aus diesen Gründen muß es auch am richtigsten sein, die Menge der anzuwendenden Streu mit dem verbrauchten Futter in Relation zu bringen und nicht sich hierbei nur an die Praxis anzulehnen, wie dies bis jetzt geschehen ist. Es soll und kann hiermit aber durchaus nicht gesagt sein, daß bei derartig practischen Fragen die Praxis nicht gefragt werden sollte, sondern diese muß im Gegentheil hierbei stets zunächst zu Rathe gezogen werden. Da aber die Angaben der Landwirthe, wie es ja aus den eben näher erörterten Gründen nicht anders sein kann, stets mehr oder weniger variiren — es ist dies zwar, wie wir gesehen haben, bei dem Einstreu-Quantum für das Pferd weniger der Fall, als bei den andern Hausthieren — so muß versucht werden, einen andern, allgemein gültigen Weg für die Bestimmung der Menge des Einstreu-Materials zu erhalten. Meiner Ansicht können dies nur allein die Futtermittel sein. Die Ermittelung des Factors, welcher auf das Futter angewendet werden muß, um das richtige Facit zu geben, ist gerade bei den Pferden schwer, da uns noch zu wenig Versuche über die Ernährung des Pferdes, bei welcher wir die Menge und Beschaffenheit des Futters und der Excremente kennen, vorliegen. Die für die Einstreu zu ermittelnde Zahl muß ferner nicht von dem Gesammtfutter (den Futterstoffen nebst Tränkwasser), sondern darf nur von den Futterstoffen allein abstrahirt werden, da ja von dem Landwirthe wohl verlangt werden kann, daß er für seine Thiere die ihnen zu verabreichende Futtermenge bestimmt, nicht

aber das Tränkwasser. Die Einstreu wäre somit entweder mit den Futterstoffen im natürlichen Zustande oder mit der Trockensubstanz derselben in Beziehung zu bringen. Nach den zwei jetzt nur vorliegenden Versuchen über die Quantität und Qualität der Excremente des Pferdes und der Wasseraufnahmefähigkeit des Strohes glaube ich, vorausgesetzt, daß die Nahrung des Pferdes aus Heu, Hafer und Stroh besteht, nicht allzusehr fehlzugreifen, wenn ich die Einstreu entweder zu 1/4 des Futters im natürlichen Zustande, oder zu 1/3 der Trockensubstanz desselben berechne.

§. 44.

γ. Liegenlassen des Mistes unter den Thieren.

Die Ansichten der landwirthschaftlichen Schriftsteller über die Dauer des Liegenlassens des Mistes unter den Thieren variiren ziemlich bedeutend. Von der einen Seite, z. B. Schmalz, Schober wird verlangt, daß täglich wenigstens einmal bis zweimal ausgemistet werden soll, während von der andern Seite, z. B. von v. Schwerz, Block, Schweitzer, Kreyssig und Andern, angegeben wird, daß der Dung mehrere Tage unter dem Vieh liegen bleiben kann, so daß wöchentlich ein bis zwei Male ausgemistet wird. Würde ich hier nur von Seite des Dünger-Producenten auszusprechen haben, so würde ich mich entschieden für das Längerliegenlassen des Düngers entscheiden, da dies für den Dung ohne Frage am besten ist, und zwar aus Gründen, die beim Rindviehmist speciell erörtert werden sollen. Allein der Dünger-Producent darf hier nicht allein sprechen, sondern muß sehr den Viehzüchter zu Rathe ziehen und fragen, was dieser in Betreff des Gesundheitszustandes der Thiere u. s. w. für das Beste hält.

Vom diätetischen Standpunkte aus werden an die Wohnungen der Thiere die Anforderungen gestellt, daß dieselben frei von solchen Gasen sein sollen, welche bei der Respiration nicht zur Verwendung kommen. Da nun in einem Stalle, in welchem die Excremente längere Zeit liegen bleiben, die Luft stets mehr oder weniger unrein, d. h. mit Kohlensäure und Ammoniak geschwängert ist, so folgt schon hieraus, daß man die Excremente so bald als möglich fortschaffen muß. Wir sehen diese Regel auch vielfach befolgt; in vielen Ställen findet gar keine Ansammlung der Excremente statt, indem für ihre sofortige Fort-

schaffung Sorge getragen ist; in vielen und zwar schon sehr vielen geschieht das Ausmisten täglich, wenigstens ein bis zwei Male.

Die mit Ammoniak und Kohlensäure geschwängerte Atmosphäre übt zunächst auf die Schleimhäute einen bedeutenden Reiz aus, was die Thiere höchst empfindlich gegen äußere Einflüsse macht; ferner auf die Augen und das Blut, somit auf die ganze Ernährung. Wenn trotzdem der Mist nicht nur Tage, sondern in manchen Gegenden, z. B. Danziger Werder und Litthauen, sogar Wochen lang im Stalle bleibt, so können die üblen Folgen auf die Thiere nicht ausbleiben. Die litthauischen Pferde leiden z. B. vielfach an Augenkrankheiten.

Unter vielen Verhältnissen wird es aber dem Landwirthe nicht möglich sein, wenn er auch die Nothwendigkeit erkannt hat, stricte den Anforderungen zu genügen, welche man vom diätetischen Standpunkte aus an ihn stellt, da es an Arbeitskräften u. s. w. fehlen kann. Anderseits ist aber ja auch vielfach das Kapital, welches in den Pferden steckt, kein sehr großes, so daß vielleicht die Rechnung ergiebt, daß das, was an Arbeitskräften und rc. erspart wird, im Vereine mit den Vortheilen, welche für den Dung aus dem längeren Liegenlassen hervorgehen (vor Allem bei schlechter, oder gar bei gänzlichem Mangel einer Dungstätte) durch die Schäden, welche den Thieren die ungesunde Luft der Ställe zufügt, ausgeglichen wird. In all den Fällen aber, wo der Landwirth aus irgend welchen Gründen den Dung längere Zeit unter den Pferden liegen läßt, muß er wenigstens bemüht sein, die dadurch entstehenden nachtheiligen Folgen so weit wie möglich durch eine gute Behandlung des Düngers aufzuheben.

b. Schutz gegen Verluste an flüchtigen Stoffen.

§. 45.

α. Beschaffenheit des Pferdemistes.

Der Pferdemist ist wegen seines geringeren Feuchtigkeitsgehaltes und seiner lockeren, losen Beschaffenheit von der Einstreu schwer aufzusaugen, gleichmäßig mit derselben zu vertheilen und zu vermischen. Da nun der Pferdemist, wie der Landwirth es nennt, ein hitziger Dung, d. h. leicht zur Zersetzung geneigt ist, sich dadurch erwärmt, austrocknet und sich bald umsetzt, wodurch gasförmige Producte entstehen, von denen vor Allem das Ammoniak, als das werthvollste zu nennen ist, so verliert er, wenn nicht für die Erhaltung des letzteren Sorge getragen wird, sehr an Werth.

Wie bedeutend der Verlust z. B. werden kann, zeigen folgende Zahlen von Boussingault, nach welchem ein Pferdemist, der im frischen Zustande in der Trockensubstanz 2,7% Stickstoff enthielt, diesen nach vollständiger Zersetzung bis auf 1% verloren hatte.

Bis zu diesem Grade erfolgt die Zersetzung im Stalle natürlich nicht, jedoch nähert sie sich demselben um so mehr, je weniger für eine rationelle Behandlung gesorgt wird.

β. Die zum Schutze gegen Verluste vorgeschlagenen Mittel.

Um den Dung im Stalle vor Verlusten an Stickstoff zu schützen, sind verschiedene Mittel vorgeschlagen worden, welche wir jetzt im Nachstehenden zu betrachten haben.

Vorher sei noch erwähnt, daß der Stickstoff des Dungs, welcher bei der Zersetzung aus der organischen Verbindung austritt, vor Allem mit dem zugleich frei werdenden Wasserstoff sich zu Ammoniak verbindet, welches dann sofort mit der zugleich entstandenen Kohlensäure in Verbindung tritt, daß aber, wie wir im I. Bd. p. 122 gesehen haben, ein Theil als Stickstoff frei wird, welcher um so größer ist, je weniger Sorgfalt auf die Behandlung des Dungs verwendet wird. Die zur Conservirung des Dungs anzuwendenden Mittel haben also vor Allem das gebildete, flüchtige kohlensaure Ammoniak zu binden und dann auch wo möglich die Zersetzung selbst zu verlangsamern.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben sind verschiedene Körper: Säuren, Basen und Salze angewendet worden.

§. 46.

1. Die Säuren.

a. Salzsäure.

Die Salzsäure, welche theilweise im Handel sehr billig zu bekommen, ist eine flüchtige, starke Säure, deren Verbindung mit Ammoniak dagegen nicht flüchtig; aus diesen Gründen würde sie sehr zu empfehlen sein, wenn nicht noch ein Umstand in Betracht zu ziehen wäre, welcher dies unmöglich macht, und zwar folgender: Wegen ihrer Flüchtigkeit verbreitet sich die Salzsäure in Gasform im Stalle, trifft auf das gleichfalls gasförmige kohlensaure Ammoniak, und verbindet sich mit dem Ammoniak zu Chlorammonium (Salmiak), wodurch Salmiak-Nebel im Stalle entstehen, welche sowohl für die Schleimhäute der Thiere, als auch für die Augen

derselben schädlich sind. Aus diesem Grunde ist die Salzsäure zur Bindung des Ammoniaks im Stalle nicht zu empfehlen.

b. Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure ist eine sehr starke Säure, nicht flüchtig, ebenso ist ihre Verbindung mit Ammoniak, das schwefelsaure Ammoniak, nicht flüchtig; da sie nun dasselbe vollständig bindet, so erfüllt sie die an sie gestellte Aufgabe vollständig. Bei der Anwendung muß sie entweder mit Wasser verdünnt (100fach), oder mit Sand benutzt werden. Für die Pferdeställe empfiehlt sich die Verdünnung mit Wasser am meisten, da der Pferdedung an sich nicht sehr feucht ist, und somit das Wasser ebenfalls noch mit in Thätigkeit kommt: es verlangsamt die Zersetzung und absorbirt gebildetes, kohlensaures Ammoniak.

In Betreff der Menge der anzuwendenden Säure genügen nach Fr. Schulze für ein Pferd täglich circa 1/7 Pfund.

Durch Anwendung von 4 Pfund Schwefelsäure, mit Sand vermischt, war die Luft in dem Pferdestalle in Eldena, wo 26 Pferde standen, von allem Ammoniak befreit.

Bei der Mischung der Schwefelsäure mit dem Wasser ist große Vorsicht nothwendig, wenn nicht Unglück entstehen soll: Die Schwefelsäure muß in einem feinen Strahl, unter fortwährendem Umrühren des Wassers mit einem hölzernen Stabe, langsam zu demselben gebracht werden. Bei der Mischung des Wassers mit der Schwefelsäure entsteht eine große Wärmeentwickelung, wodurch durch die örtlich erzeugten Wasserdämpfe leicht ein Umherschleudern des Gemisches stattfinden kann. Vier Theile concentrirter Schwefelsäure erhitzen sich mit einem Theil Wasser von 0° auf 100°.

2. Basen.

Von den Basen ist von Payen Kalkerde als für die Conservirung des Düngers außerordentlich vortheilhaft vorgeschlagen worden. Da Payen seine Versuche mit Rinderharn und Menschenharn gemacht hat, so sei auch die specielle Betrachtung der Anwendung des Aetzkalkes bis dahin verschoben; hier sei nur bemerkt, daß der Kalk nicht zu empfehlen ist.

3. Salze.

a. Gyps.

Der Gyps besteht aus schwefelsaurem Kalk; bringt man diesen mit kohlensaurem Ammoniak zusammen, so setzen sich beide in der Weise um, daß schwefelsaures Ammoniak und kohlensaurer

Kalk entstehen. Durch den Gyps wird somit das Ammoniak in eine Form gebracht, in der es dem Dünger erhalten bleibt und diesen ferner noch um Kalk bereichert.

Der Gyps ist in Wasser schwer löslich, weshalb man annahm, daß bei der Trockenheit des Mistes nur ein kleiner Theil des Gypses zur Wirkung kommen könnte, indem nur der gelöste Gyps für wirksam gehalten wurde. Dies ist aber nach den Versuchen von Grouven nicht der Fall; der Gyps im feuchten Zustande (also durchaus nicht gelöst) setzt sich schon mit dem kohlensauren Ammoniak in der oben angegebenen Weise um, wie dies die folgenden Versuche mit Pferdemist und Schafmist darthun.

Gut vergohrener Schafmist mit 24,7% Trockensubstanz und Pferdemist mit 25,9% Trockensubstanz wurden je in ein 1,88 m langes und 5,23 cm. weites Glasrohr, entweder für sich, oder mit Gyps gut gemischt, gebracht, und dann vermittelst eines Aspirators 34½ Lit. Luft während 3 Stunden durch den Mist gezogen und diese untersucht. Hierbei ergaben sich die folgenden Resultate:

Angewendete Mistmenge. Gr.	Zugemengter Gyps.	Dauer der Berührung. St.	Ammoniakmenge, entführt durch einen Luftstrom von 34,5 Liter in Milligramm.
		Schafmist.	
408,9	0	0	17,0
410,0	0	0	19,0
410,0	0	Der Mist hatte 8 Woch. an einem kühlen Ort gelegen.	16,0
410,0	½ % = 2,05 Grm.	42	0,6
410,0	1 „ = 4,10 „	72	0,0
410,0	2 „ = 8,20 „	69	0,0
410,0	1 „ = 4,10 „	6	11,0
		Pferdemist.	
411,3	0	0	16,4
413,7	0	0	15,6
410,0	0	Der Mist 8 Wochen gelegen.	6,2
410,0	½ % = 2,05 Grm.	48	3,2
410,0	1 „ = 4,10 „	48	0,0
410,0	2 „ = 8,20 „	45	1,6
410,2	1 „ = 4,10 „	6	7,8

Somit bindet der Gyps bereits im feuchten Zustande das kohlensaure Ammoniak. Außerdem soll der Gyps nach Grouven noch in der Weise conservirend auf den Dung einwirken, daß er die Zersetzung desselben verlangsamert.

In Betreff der Menge des einzustreuenden Gypses sind nach Versuchen von Fr. Schulze per Haupt täglich circa 1/8 Pfund erforderlich.

In Eldena genügten bei 26 Pferden täglich 8 Pfund, um den Geruch nach Ammoniak im Stalle fast ganz aufzuheben.

b. Eisenvitriol.

Der Eisenvitriol oder das schwefelsaure Eisenoxydul setzt sich mit kohlensaurem Ammoniak in der Art um, daß kohlensaures Eisenoxydul und schwefelsaures Ammoniak entstehen; das Ammoniak wird hierdurch also ebenfalls in eine Form gebracht, in der es dem Dünger erhalten bleibt. Da aber durch den Eisenvitriol dem Dünger ein Eisenoxydulsalz zugeführt wird, und das Eisenoxydul ein dem Pflanzenwachsthum schädlicher Körper ist, so ist eine Anwendnng von Eisenvitriol im Stalle, wenn auch das Eisenoxydul mit der Zeit unter dem Einfluß der Luft in Eisenoxydhydrat — einen nicht schädlichen Köper — verwandelt wird, doch nicht zu empfehlen, da die Oxydation des kohlensauren Eisenoxyduls immer nur eine langsame ist, vor allem unter den Verhältnissen, unter welchen es sich im Dünger befindet, wo ja der freie Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs so viel wie möglich abgehalten wird.

Außerdem aber wird der Preis, den der Eisenvitriol gegenüber dem Gypse hat, jenem auch durchaus das Wort nicht reden.

In Betreff der Schädlichkeit des Eisenoxyduls für das Pflanzenleben verweise ich auf Bd. I. p. 562.

c. Alaunabfälle.

Ferner sind noch Abfälle aus Alaun-Fabriken zur Fixirung des Ammoniaks vorgeschlagen worden. Der Alaun, aus schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali (resp. Ammoniak) bestehend, bindet das Ammoniak durch Bildung von schwefelsaurem Ammoniak, indem die Thonerde als Thonerdehydrat ausgeschieden wird. Da der Alaun ferner noch Kali (resp. Ammoniak) enthält, wodurch der Dung an diesen Stoffen bereichert wird, so ist die Anwendung derartiger Abfälle, wo sie billig zu haben, durchaus zu empfehlen.

Von den bis jetzt betrachteten Stoffen empfiehlt sich für den Stall somit vor Allem der Gyps, da er den Anforderungen, die an ihn gestellt werden, voll genügt, anderweitig nicht schädlich wirkt, wie z. B. die Schwefelsäure (wenn mit derselben nicht vorsichtig umgegangen wird, was bei dem Stallpersonal wohl nicht immer zu erreichen sein wird), und dann im Preise billig ist.

d. Kalidünger.

Die schwefelsaure Magnesia enthaltenden Kalidünger wirken entsprechend dem Gehalte an genanntem Salze bindend auf das kohlensaure Ammoniak des Düngers und sind somit zu den Conservations-Mitteln für denselben zu zählen. Da aber von den Bestandtheilen des Kalidüngers die schwefelsaure Magnesia allein das kohlensaure Ammoniak zu binden vermag, so sind auch nur diejenigen Kalidünger zu verwenden, welche von diesem Salze nicht zu geringe Mengen enthalten. Als eine weitere günstige Wirkung der schwefelsauren Magnesia ist noch angeführt, daß sie auch die lösliche Phosphorsäure unter Bildung von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bindet. Dies kann indeß wohl nur da als ein Vortheil angesehen werden, wo Jauche verloren geht, was ja aber in einer gut geleiteten Wirthschaft der Fall nicht sein darf. Ferner ist noch angeführt worden, daß sich nach dem Einstreuen des Kalisalzes der Dünger nicht erhitzt und sich auf der Dungstätte länger feucht erhält, als bei gewöhnlicher Behandlung, sowie, daß dadurch das mühsame Ausstreuen des Salzes auf dem Acker erspart und eine weit vollständigere Vertheilung desselben bewirkt wird, als solche selbst durch die vollkommesten Ackergeräthe möglich ist. Die zuletzt genannten Vortheile der Verwendung der Kalisalze sind indeß nur für die Güter vorhanden, welche eine regelmäßige Zufuhr von Kali von außen her bedürfen. Ueber diese Frage wird das Kapitel „Die kalireichen Dungmittel“ das Nähere bringen.

A. Frank empfiehlt zu dem Zwecke des Einstreuens die billigeren, schwefelsaure Magnesia enthaltenden, Kalidünger: rohes schwefelsaures Kali und rohe schwefelsaure Kalimagnesia, denen ferner noch der gemahlene Kainit hinzuzuführen ist und giebt als passendes Quantum pr. St. Großvieh $^1/_2$—$^2/_3$ ℔ an.

e. Mac Dougall's Desinfections-Mittel.

Von Mac Dougall ist ferner noch eine Mischung von carbolsaurem Kalk und schwefelsaurer Magnesia als Desinfections-Mittel vorgeschlagen worden. Dies Mittel wird in England sehr geschätzt und soll bei täglicher Anwendung von 70 Grm. für das Thier jede freiwillige Zersetzung verhindern. Derartig behandelter Dünger soll in England um 10—12% höher geschätzt werden. Die Tonne (=20 Ctr.) dieses Pulvers kostet circa 250 Francs.

Die Carbolsäure schützt die Excremente bei verhältnißmäßig geringer Menge vor ammoniakalischer Zersetzung, die schweflige Säure bindet das be-

reits vorhandene Ammoniak und wirkt ferner auch antiseptisch, so daß dies Mittel seine Aufgabe vollständig löst.

§. 47.

f. Die Erdeinstreu.

Die reine Erdeinstreu ist für das Pferd nicht zu empfehlen, da das Pferd von allen unseren Thieren am meisten einen reinlichen Stand liebt, der bei der reinen Erdeinstreu nicht gut zu erzielen ist. Daß die Erde für die Conservirung des Düngers sehr anwendbar ist, haben wir früher gesehen. Weit mehr zu empfehlen ist trockener Torf (Krümmeltorf, Torfmull), der wegen seiner großen Ammoniak- und wasserbindenden Kraft günstig wirkt. Der hierdurch gewonnene Mist ist sowohl für trockne als für schwere Böden von entsprechender Wirkung. Bodmann, H. und E. Albert haben bei der Verwendung des Torfes gute Resultate erzielt. •

Mehr anzuempfehlen und der Beachtung werth ist dagegen die Verbindung der Erde mit der Stroheinstreu, wie sie von R. Pohlenz vorgeschlagen ist; dies gilt natürlich nur da, wo der Mist nicht täglich aus dem Stalle geschafft wird.

Pohlenz füllt die Pferdebestände circa $1/3$ m tief mit trockenem Sande aus, giebt dann täglich die Stroheinstreu und läßt wöchentlich ausmisten. Ist die obere Sandschicht feucht geworden, was nach einigen Wochen der Fall ist, so wird der Sand bis auf den Grund umgestochen und so das untere nach oben gebracht. Nach einigen Monaten ist dann der Sand vollständig schwarz von Harn durchdrungen und in einen prächtigen guanoartigen Streudünger, wie Pohlenz ihn bezeichnet, verwandelt. Er wird dann an einen bedeckten Ort geschafft, mit Gyps gemengt resp. überstreut und bis zur Verwenduug liegen gelassen.

Dies Verfahren ist, wie gesagt, sehr zu empfehlen; die Jauche wird von der Stroheinstreu, man kann wohl sagen, nie vollständig aufgenommen, dies geschieht hier durch den Sand und so wird die Jauche so vollständig wie möglich gewonnen.

Daß sich statt des Sandes auch eine nicht zu lehmige oder humose Erde resp. Torf und zwar noch mit mehr Vortheil anwenden läßt, geht aus dem, was früher bei der Erde als Einstreu-Material angeführt worden ist, mit Sicherheit hervor. Den Hauptausschlag muß hierbei immer der Boden geben.

§. 48.

g. Anwendung des Pferdemistes.

Wird der Pferdemist allein als Dünger benutzt, so eignet er sich am meisten für einen kalten (feuchten), thonigen oder

feuchten, humusreichen Boden. Der Pferdemist zersetzt sich, wie wir gesehen haben, schnell, was durch Feuchtigkeit (Kälte) verlangsamt wird, weshalb derselbe in einem solchen Boden am längsten wirksam sein wird.

Ferner wird der Boden durch die bei der Zersetzung des Pferdemistes freiwerdende Wärme erwärmt und durch die lange Beschaffenheit desselben gelockert und so den günstigen Einflüssen, welche dies im Gefolge hat, mehr ausgesetzt.

Wird dagegen der Perdemist auf leichtem, sandigem Boden angewendet, so wird hierdurch sein Bestreben, sich schnell umzusetzen, nur noch erhöht, wobei, da der Boden die Zersetzungs-Produkte nicht alle sogleich binden kann, ein Theil derselben verloren geht, und so der Mist nicht in seiner vollen Kraft zur Geltung kommt, dann aber auch seine Wirkung nicht von langer Dauer ist.

Unter den meisten Verhältnissen wird es am besten sein, ihn nicht allein anzuwenden, sondern mit dem Rindviehmist und Schweinemist zu mischen und so zu benutzen.

Weiteres beim Kapitel V.

II. Der Rindviehmist.

§. 49.

1. Zusammensetzung des Rindviehmistes.

Die Zusammensetzung der Excremente des Rindviehes, des einen Factors des Rindviehmistes, ist, wie wir aus der oft sehr wechselnden Ernährungsweise desselben entnehmen können, eine viel weniger constante, als die der Pferde-Excremente; aus diesem Grunde könnten auch die hier anzuführenden Zahlen nur einen noch relativeren Werth als die dort angegebenen haben, wenn derselbe nicht wenigstens theilweise durch die größere Anzahl der vorliegenden Untersuchungen aufgehoben würde.

Für die Zusammensetzung der Excremente der Kuh liegen ein Versuch von Boussingault und zwei Versuche von G. Kühn vor, während wir für die des Ochsen die zahlreichen Untersuchungen der Station Weende haben und durch diese mehr zu einem mittleren Werthe gelangen können.

Bei dem Boussingault'schen Versuche lieferten die mit Kartoffeln und Grummet ernährte Kuh im feuchten Zustande 73,23 Pfund Excremente pro Tag, welche getrocknet 9,92 Pfund wogen. Nehmen wir als Einstreu-Quantum 6, resp. 10 Pfund Stroh an, so wird der Kuhmist bei Zugrunde-

legung der Boussingault'schen Zahlen die folgende Zusammensetzung haben:

	Zusammensetzung				
	der Gesammtexcremente.	von 6 ℔ Weizenstroh.	von 10 ℔ Weizenstroh.	der Excremente u. 6 ℔ Stroh.	der Excremente u. 10 ℔ Stroh.
	℔	℔	℔	℔	℔
Kohlenstoff . .	3,947	2,148	3,580	6,095	7,527
Wasserstoff . .	0,469	0,234	0,390	0,703	0,859
Sauerstoff . .	3,522	1,728	2,880	5,250	6,402
Stickstoff . . .	0,256	0,018	0,030	0,274	0,286
Asche	1,728	0,318	0,550	2,046	2,278
Wasser . . .	63,300	1,554	2,570	64.854	65,870
Summa . . .	73,222	6,000	10,000	79,222	83,222

Die zahlreichen Versuche der Versuchsstation Weende von Henneberg, Stohmann und Rautenberg ergeben für den Ochsen bei Erhaltungsfutter und bei Mastfutter die folgenden Zahlen:

1. Bei Erhaltungsfutter bei 1000 Pfund Lebendgewicht.

Die Gesammtexcremente betrugen hier 62,41 Pfund mit einer Trockensubstanz von 8,15 Pfund; bei einem Einstreu-Quantum von 6, resp. 10 Pfund besteht hiernach der Ochsenmist aus:

	Zusammensetzung				
	der Gesammtexcremente.	von 6 ℔ Stroh.	von 10 ℔ Stroh.	der Excremente u. 6 ℔ Stroh.	der Excremente u. 10 ℔ Stroh.
	℔	℔	℔	℔	℔
Kohlenstoff . .	3,531	2,148	3,580	5,679	7,111
Wasserstoff . .	0,452	0,234	0,390	0,686	0,842
Sauerstoff . .	2,661	1,728	2,880	4,389	5,541
Stickstoff . . .	0,216	0,018	0,030	0,234	0,246
Asche ohne Kohlensäure . .	1,278	0,318	0,550	1,596	1,828
Wasser . . .	54,260	1,554	2,570	55,814	56,830
Summa mit der Kohlensäure der Asche . .	62,410	6,000	10,000	68,410	72,410

2. Bei Mastfutter bei 1000 Pfund Lebendgewicht.

Die Gesammtexcremente hatten ein Gewicht von 81,9 Pfund mit einer Trockensubstanz von 8,12 Pfund; der Mist von Mastochsen besteht hiernach bei einem Einstreu-Quantum von 6, resp. 10 Pfund Stroh aus:

	Zusammensetzung				
	der Gesammtexcremente. ℔	von 6 ℔ Stroh. ℔	von 10 ℔ Stroh. ℔	der Excremente u. 6 ℔ Stroh. ℔	der Excremente u. 10 ℔ Stroh. ℔
Kohlenstoff . .	3,563	2,148	3,580	5,711	7,143
Wasserstoff . .	0,490	0,234	0,390	0,724	0,880
Stickstoff . . .	0,358	0,018	0,030	0,376	0,388
Sauerstoff . .	2,615	1,728	2,880	4,343	5,490
Asche (Kohlensäure frei) .	1,813	0,318	0,550	2,131	2,363
Wasser . . .	72,780	1,554	2,570	74,334	75,350
Summa mit der Kohlensäure der Asche . .	81,900	6,000	10,000	87,900	91,900

Von G. Kühn im Vereine mit Rich. Biedermann und A. Striedter liegen noch 2 Untersuchungen von Rindviehmist vor, welche wegen der Art der Entnahme der betreffenden Proben von großem Interesse sind, da diese dafür bürgt, daß die untersuchten Proben in Wirklichkeit den Mist, von dem sie entnommen, repräsentiren.

Bei der ersten Periode von 18 Tagen erhielten die 4 Versuchsthiere — Hauptaufgabe der Versuche: das Studium, der Einfluß der Ernährung auf die Milchproduction — pr. Tag: 26 ℔ Wiesenheu, 11,1 ℔ Gerstenstroh, 60,8 ℔ Runkelrüben und 4,8 ℔ Rapskuchen; eingestreut wurden in dieser Zeit 327,4 ℔ Weizenstroh. In diesem Zeitraum wurden 2167 ℔ Mist und 320,6 ℔ Jauche, also pro Tag und pro Thier 30,1 ℔ Mist und 4,5 ℔ Jauche und Gesammtmist 34,6 ℔ producirt.

Bei der zweiten Periode von 40 Tagen erhielten die 4 Thiere an Trockensubstanz durch Wiesenheu 28,2, Gerstenstroh 7,3, Runkelrüben 10 ℔ Rapskuchen 4,8 ℔. Die verbrauchte Streustrohmenge betrug 697,6 ℔. An Mist wurden producirt 6004,3 ℔ und an Jauche 790,8 ℔, das ist pro Tag und pro Thier 31,3 ℔ Mist und 4,9 ℔ Jauche und Gesammtmist 36,2 ℔.

Bei der Untersuchung des Mistes resp. der Jauche sind leider nur die 3 wichtigsten Nährstoffe: Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, bestimmt und hieran in Procenten gefunden worden:

	Mist.		Jauche.	
	Per. I.	Per. II.	Per. I.	Per. II.
Stickstoff . . .	0,418	0,419	0,513	0,450
Phosphorsäure .	0,148	0,199	0,026	0,030
Kali	0,620	0,570	1,655	1,685

Der streufreie Mist + Jauche enthält procentisch:

Stickstoff . .	0,412	0,426
Phosphorsäure .	0,120	0,165
Kali	0,676	0,638

Die Resultate in absoluten Zahlen ausgedrückt ergeben:

	In Mist Ꝟ	In der Jauche Ꝟ	Zusammen
Periode I. 18 Tage.			
Stickstoff	8,9	1,6	10,5
Phosphorsäure	3,2	0,1	3,3
Kali	13,4	5,3	18,7
Periode II. 40 Tage.			
Stickstoff	21,0	4,0	25,0
Phosphorsäure	9,7	0,2	9,9
Kali	28,9	13,3	41,2

2. Behandlung des Rindviehmistes im Stalle.

§. 50.

a. Stand der Thiere und die Einstreu.

Das über den Zweck der Behandlung des Mistes im Stalle beim Pferdemist Gesagte, gilt natürlich auch hier: der Rindviehmist muß im Stalle ebenfalls vor Verlusten an löslichen und gasförmigen Stoffen geschützt werden. Gegen den Verlust an gelösten Stoffen schützen auch hier die Beschaffenheit des Fußbodens des Stalles und die Einstreu in der nothwendigen Menge; das über erstere Angeführte hat auch hier seine Anwendung.

In den Rindviehställen braucht das Pflaster kein Kantpflaster, wie bei den Pferdeställen zu sein, sondern die Mauersteine können flach gelegt werden, da ein Zerschlagen derselben nicht zu befürchten ist; aus diesem Grunde stellt sich auch die Pflasterung mit Mauersteinen hier wesentlich billiger, und zwar kostet nach der Berechnung des Herrn Architekten A. Otto ein Quadratmeter 2 Mark 40 Pf.*)

Hierbei sind folgende Preissätze zu Grunde gelegt worden:

30 Stück Ziegel à 1000 Stück 33 Mark . .	1 Mark	—	Pf.
0,100 Kbm. Sand à 2,00 Mark	—	„	20 „
0,100 Hektoliter Cementmörtel à 9,00 Mark .	—	„	90 „
Arbeitslohn	—	„	30 „

*) Die in der I. Auflage befindlichen Angaben des Herrn Baumeister Kinzel hat Herr Architekt A. Otto gütigst auf die jetzigen Verhältnisse übertragen.

In Betreff der Einstreu ist zu bemerken, daß die Ansichten der landwirthschaftlichen Schriftsteller über die Menge derselben ziemlich variiren, was uns ja aber nicht Wunder nehmen kann, da wir wissen, daß die Quantität und Qualität der Excremente (hier vorzüglich Wassergehalt) sich nach der Nahrung richten. Da die Herren ihr Urtheil nach der in ihren Wirthschaften gebräuchlichen Fütterung sich vor Allem gebildet haben werden, so müßte es im Gegentheil auffallen, wenn ihre Angaben congruiren würden.

So z. B. verlangt Thaer täglich per Kuh 10 Pfund, ebenso Buddeus und Hlubeck, Patzig 8—10, Block 8—9, Veit 5, Schweitzer im Sommer 7 und im Winter 5 Pfund u. s. w.

Aus diesen Gründen muß eine allgemeine Grundlage für die Bestimmung des Einstreu-Quantums gesucht werden. Ich glaube, daß auch hier die Trockensubstanz des Futters der Berechnung für die Einstreumenge zu Grunde zu legen ist. Aus den über den Wassergehalt der Excremente und der wasserhaltenden Kraft des Strohes vorliegenden Zahlen berechnet sich die Einstreumenge zu $^1/_3$ der Trockensubstanz des Futters.

Von mehreren landwirthschaftlichen Schriftstellern wird ferner vorgeschlagen, das Stroh vor dem Einstreuen in circa fußlange Stücke zu zerhacken, so z. B. von Block, Veit, Kleemann und Andern. Es ist dies aus den folgenden Gründen zu empfehlen:

a. das Einstreuen ist bequemer;

b. die Aufsaugung der flüssigen Theile der Excremente vollständiger, da so das Eintreten des Harns in den röhrenartigen Halm des Strohes wesentlich erleichtert ist;

c. das Herausschaffen des Mistes aus dem Stalle ist leichter zu bewerkstelligen und

d. die Vertheilung desselben im Boden beim Ausbreiten und Unterbringen eine vollständigere, vor Allem wenn es sich um Unterbringung eines mehr frischeren Mistes handelt.

Rimpau, der ebenfalls dem Zerschneiden des Strohes sehr das Wort redet, dies aber nicht nur in 31,4 Ctm. (1 Fuß) lange Stücke, sondern zu 5—8 Ctm. (2—3 Zoll) langen Häcksel schneiden läßt, verbindet hiermit zugleich noch eine andere Einrichtung, welche für viele Böden gewiß sehr zu empfehlen ist und die darin besteht, daß er hinter dem Vieh Gruben in horizontaler Lage von 40 Ctm. Breite und 24 Ctm. Tiefe angebracht hat. Das Verfahren ist folgendes: Rimpau läßt pro Stück Großvieh täglich 7 ℔ 5—8 Ctm. langen Häcksel geben und die sämmtlichen flüssigen und festen Excremente nebst Streu für 24 Stunden in die Grube schaffen. Die Gruben werden täglich geleert und der hinter den Thieren liegende Mist sogleich wieder in dieselben hineingebracht und festgetreten. Die den Dünger aufnehmende Miststätte ist gut gepflastert und gegen einfließendes Wasser geschützt. Die Jauchengrube ist durch dieses Verfahren überflüssig geworden, da die sämmt-

liche Jauche von dem kurzen Häcksel selbst bei starker Schlempefütterung absorbirt wird. Der Mist lagert sich auf der Dungstätte so fest aufeinander, daß selbst auf 5 Monate (vom Anfang Juli bis Anfang December) eine Zersetzung kaum eingeleitet war. Dieser Mist nun ladet und bereitet sich besser als der lange, halbvergohrene, pflügt sich vorzüglich unter und bietet den großen Vortheil einer normalen gleichmäßigen Düngung über das ganze Feld, sowie die gleichmäßige Zufuhr, namentlich von Stickstoff, Kali und Phosphorsäure. Die Anlage der aus Sandsteinplatten bestehenden Gruben und das Umpflastern des Stalles bedingte eine Ausgabe von 5 Mark pro Stück Rindvieh. Das Häckselschneiden auf einer gewöhnlichen großen Handlade kostete pro anno 3 Mark pro Thier. Diese Kosten werden, wie Rimpau angiebt, durch die Vermeidung der lästigen Jauchenfuhren jährlich dreifach zurückerstattet.(?) Der so gewonnene Mist ist concentrirter als der gewöhnliche und daher verhältnißmäßig schwächer aufzufahren.

Für schwere, sowie für leichte Böden möchte ich dies Verfahren nicht so warm empfohlen haben, da der lange Mist für die physikalische Verbesserung der erstere und der mehr zersetzte für die der anderen doch von so großem Vortheil ist.

b. Liegenlassen des Mistes unter den Thieren.

§. 51.

α. Ansichten der Landwirthe.

Sind schon die Ansichten der landwirthschaftlichen Schriftsteller über das Liegenlassen des Pferdemistes variirend, so ist dies noch in viel höherem Grade über das des Rindviehmistes der Fall.

Nach Pabst, Koppe, Brieger und Andern z. B. soll täglich, oder wenigstens wöchentlich zwei Male ausgemistet werden, weil ein längeres Liegenlassen des Düngers unter dem Vieh mit einer guten Pflege desselben unvereinbar sei. Dagegen empfehlen z. B. Block und Andere, den Mist 2—3, 4, ja noch mehr Monate im Stalle unter dem Vieh zu lassen, weil den Thieren hierdurch kein Schaden erwächst und so der Dünger am besten conservirt wird.

β. Die Frage vom diätetischen Standpunkte aus betrachtet. — Beschaffenheit des Rindviehmistes.

Betrachten wir die Frage auch hier zunächst vom diätetischen Standpunkte aus, so muß entschieden ein längeres Liegen des Mistes unter den Thieren, als für den Gesundheitszustand derselben schädlich, verworfen werden. Zu dem auf p. 69 hierüber Gesagten sei noch in Betreff des Rindviehes folgendes bemerkt. Der Rindviehmist zersetzt sich etwas weniger schnell als der Pferdemist, weil er wasserhaltiger und stickstoffärmer als dieser ist, weshalb wir im Rindviehstalle auch weniger stark den Geruch nach Ammoniak empfinden als im Pferdestalle; jedoch geht auch

die Zersetzung des Rindviehmistes so schnell von Statten, daß wir im Stalle stets Ammoniak in nicht zu geringen Mengen nachweisen können. Der Einfluß dieses Gases sowie der der Kohlensäure, welche ja stets mit gebildet wird, auf die Schleimhäute und auf die Haut der Thiere ist schon beim Pferde besprochen; hier ist noch besonders der nachtheilige Einfluß auf die Milchdrüsen hervorzuheben. Ferner leiden die Füße der Thiere unter der Zersetzung der Excremente, was sich durch Anätzung der Weichtheile und Erweichung der Horntheile zeigt.

§. 52.

γ. Vortheile des längeren Liegenlassens.

Die Vortheile, welche das längere Liegenlassen des Düngers für diesen hat, sind folgende:

1. Die Jauche durchdringt das Stroh ganz, welches sich daher mit derselben vollständig tränkt; hierdurch wird diese in höherem Grade als sonst zurückgehalten und mit den festen Excrementen vollständiger vermischt, was eine gleichmäßigere Vertheilung der Excremente und der Einstreu zur Folge hat.

2. Während schon dies eine langsamere Zersetzung der Excremente bewirkt, wird diese dann noch mehr durch das Festtreten des Düngers durch das Vieh vermindert, da dies wesentlich erschwerten Zutritt der atmosphärischen Luft des einen Factors der Zersetzung bedingt.

3. Gleichmäßigere Temperatur und

4. Geschütztsein vor abwechselnder Anfeuchtung durch die atmosphärischen Niederschläge und Austrocknung durch Wind und Sonne.

Diese Vortheile lassen sich anderseits aber auch durch die Anlage einer guten Dungstätte in ziemlich demselben Grade erreichen.

Es wird Sache des Landwirthes sein, zu entscheiden, welchen der eben genannten Vortheile er für sich in Anspruch nehmen will: den besseren Gesundheitszustand seines Viehes, oder die bessere Conservirung des Düngers; bei dieser Frage wird der Werth des gehaltenen Viehes wohl eine wichtige Rolle zu spielen haben.

§. 53.

δ. Einrichtung der Ställe beim Längerliegenlassen des Dungs.

Wenn der Dung längere Zeit unter dem Vieh liegen bleiben soll, so ist hierzu, wenn wir uns nicht in ganz primitive Zustände zurückversetzen wollen, wie sie allerdings leider noch häufig genug angetroffen werden, eine besondere Einrichtung des Stalles erforderlich.

1. Muß der Raum, welcher für das Stück Vieh bestimmt ist, um so größer sein, je länger der Mist im Stalle liegen bleiben soll; derselbe muß aber nicht nur eine größere Ausdehnung in die Länge und Breite, sondern auch in die Höhe haben. Der Dung sammelt sich natürlich beim längeren Liegenbleiben beträchtlich an, die Folge hiervon ist, daß die Thiere höher zu stehen kommen. Die Höhe des Stalles muß nun nicht nur dahin berechnet werden, daß die Thiere bei der höchsten Höhe, welche der Dung im Stalle erreichen soll, noch stehen können, sondern darnach, daß dem Thiere für die Respiration eine bestimmte Menge, Luft (Sauerstoff) nothwendig ist, daß somit bei der höchsten Lage, den der Dung im Stalle einnehmen soll, noch ein Raum bleibt, welcher die für die Respiration nothwendige Luftmenge zu fassen im Stande ist.

Was den Flächenraum anbetrifft, welcher den Thieren im Stalle einzuräumen ist, so giebt Bobsin (Mecklenburg) an, daß für eine Kuh, wenn der Dung 4 Monate lang liegen bleibt, 6,4—6,7 Quadratmeter Stallraum erforderlich sind. Bei Bobsin erreicht der Dung in 5 Monaten bei einem Stallraum von 6,6 Quadratmeter per Haupt eine Höhe von 2,2 m, also pro Woche circa 11 cm. Dieser Flächenraum wird groß erscheinen, da man für gewöhnlich für ein Haupt Rindvieh nur einen Stand von 1,1—1,4 m Breite und 2,4—2,8 m Länge giebt, also 2,5—4 Quadratmeter (Engel); der letztere Raum kann indeß nur genügen, wenn wenigstens wöchentlich ausgemistet wird; soll der Dung aber Monate lang im Stalle bleiben, so muß dem Viehe, wie die Angaben Bobsin's zeigen, ein wesentlich größerer Raum zugemessen werden. Man giebt den Thieren bis zu 10 Quadratmeter Stallraum.

Die Höhe der Ställe beim längeren Liegenlassen des Dungs giebt Engel zu 2,8—3,1 m an; diese Höhe wird jedoch für die gedachten Fälle nicht genügen, denn dann bleibt den Thieren schließlich nur noch 0,6—0,9 m Höhenraum übrig; für ein so langes Liegenlassen des Dungs werden 3,76—4,71 m Stallhöhe nothwendig sein.

2. Müssen die Krippen beweglich sein, d. h. dieselben müssen höher und niedriger, je nach der Höhe des Dungs, gestellt werden können.

Sehr empfehlenswerth für den Dung und die Gesundheit der Thiere ist ferner die Einrichtung, wie sie von dem General von Brandenstein

(Mecklenburg) getroffen ist. Hier ist der Stall in mehrere Abtheilungen pro 16 Stück mit einem Flächenraume von 160, also pro Stück 10 Quadratmeter, getheilt, in welchem sich die Thiere (also 16) frei bewegen; einem Stoßen der Thiere ist durch ein Brett vor dem Kopfe vorgebeugt. Die Futtergänge, 1,57 m breit, sind höher und niedriger zu stellen und auch nach den Seiten hin zu verschieben. Das Zerstreuen von Futter wird durch eine zweckmäßige Einrichtung der Futtergänge der Art, daß an denselben Latten angebracht sind, durch welche die Thiere den Kopf stecken müssen, um Futter zu erhalten, verhindert; mit dem vollen Maule können nun die Thiere nicht gleich wieder zurückkehren.

Eine dieser ähnlichen Einrichtung sah ich in Vorpommern beim Herrn Oberamtmann Burmeister auf Dietrichshagen (Greifswald). Hier hatte jede Kuh einen Standraum von 5,7 Quadratmeter, für 16 Thiere 10,36 m lang und 8,79 m breit, und je 4 einen Raum, in dem sie sich frei bewegen konnten. Die Krippen waren hier aber fest; gegen die Futterverschleppung dieselben Vorkehrungen wie beim Herrn von Brandenstein. Der Herr Besitzer, welcher den Stall erst neu eingerichtet hatte, glaubt, daß der Dung 3 Monate lang bei dieser Einrichtung wird liegen bleiben können; Erfahrungen liegen noch nicht vor. Die Krippen sind aus Cement, und weil hierbei eine Beweglichkeit schwieriger anzubringen ist, fest. Höhe des Stalles 3,92 m. Der Stall zeichnet sich ferner durch schöne Ventilation (durch Drainröhren in den Wänden und Schornsteine) und große Helligkeit aus.

Unerwähnt darf aber nicht bleiben, daß die Haltbarkeit der beweglichen Krippen eine weit geringere als die der feststehenden ist.

ε. Behandlung des Mistes beim Längerliegenlassen.

Beim längeren Liegenlassen des Düngers im Stalle ist ferner noch folgendes zu berücksichtigen.

1. Die Einstreu muß täglich, wie beim täglichen Ausmisten 2—3 Male erfolgen.

2. Müssen die Excremente öfters von hinten nach vorne geschoben werden, damit sie sich nicht hinten zu sehr ansammeln und so einerseits eine ungleichmäßige Mischung der Einstreu und der Excremente, sowie anderseits ein zu ungleichmäßiger Stand der Thiere verhindert wird.

§. 54.

e. Behandlung des Düngers mit künstlichen Conservations-Mitteln.

Was beim Pferdemist über die Behandlung des Düngers mit Stoffen, welche ein Binden des sich verflüchtigenden Ammoniaks bewirken, oder das Flüchtigwerden desselben überhaupt verlangsamern oder ganz hindern sollen, angeführt ist, gilt auch in Betreff des Rindviehmistes.

Auch hier ist Salzsäure, Aetzkalk und Eisenvitriol durchaus zu verwerfen, und sind nur Schwefelsäure, Gyps vor Allem und

Alaun-Abfälle und Kalidünger zu empfehlen. Die Schwefelsäure wird in den Rindviehställen am besten mit Sand vermengt angewendet.

Folgender Versuch des Landesöconomierathes Christiani mag als Beleg für die günstige Wirkung des Gypses dienen.

Nach Christiani liefert ein Rind von 700 Pfund Lebendgewicht bei einer Fütterung von $3^1/_2$ Pfund Heuwerth auf 100 Pfund Lebendgewicht und bei einer Einstreu von $^1/_5$ des Futtergemisches pro Jahr 232,48 Ctr. Mist, welcher durch Anwendung von Gyps, pro Stück und Tag circa $1^1/_2$ Pfund, einen Mehrwerth von circa 100 M. erhalten hat, was durch Düngungsversuche mit gegypstem und ungegypstem Mist dargethan ist.

Gleich günstig spricht sich v. Fellenberg-Ziegler über das Gypsen des Stallmistes aus.

In Betreff der Verwendung des Gypses im Stalle muß indeß noch betont werden, daß derselbe sich für niedrige Ställe, in denen der Mist Monate lang liegen gelassen wird, nicht allzu sehr eignet, wenigstens dort mit Vorsicht benutzt werden muß. Derartige Ställe sind in der Regel sehr warm und bei denselben wird oft noch aufs ängstlichste jedes Luftlöchchen verstopft, damit ja nicht Wärme verloren und auch, was nicht bedacht wird, die Luft-Circulation, die so sehr nothwendig ist, in so geringem Grade wie möglich stattfinde. Wird in solchen Ställen gegypst, so ist die erste Folge, daß der Gyps reducirt und der Sauerstoff desselben zur Zersetzung der organischen Mistbestandtheile verwendet wird. Die weitere Folge ist die Entstehung von Schwefelcalcium und aus diesem die des Schwefelwasserstoffgases. Dies übelriechende, auf die Schleimhäute nachtheilig einwirkende Gas wird beim Ausmisten in der Art lästig, daß die Leute das Ausmisten kaum besorgen können. Die Entstehung organischer flüchtiger Körper, wie flüchtiger Fettsäuren erschwert das Ausmisten noch mehr. Für diese Ställe empfiehlt sich zunächst Lüftung so weit dies irgend möglich, damit frische Luft in dieselben eintrete und Temperatur-Erniedrigung stattfindet, ferner Verwendung von nur $^1/_2$ ℔ Gyps pro Tag und Stück. In der sächsischen Oberlausitz sind die soeben beschriebenen Erscheinungen in den Ställen der kleineren Besitzer mehrfach beobachtet worden. Krankheiten, die in den Ställen in Folge der hohen Temperatur und der schlechten Luft derselben entstanden, sind sogar nachträglich mehrfach dem Gypse zur Last gelegt worden.

Unerwähnt darf schließlich nicht bleiben, daß nicht alle vorliegenden Versuchs-Resultate sich gleich günstig über das Gypsen des Stallmistes aussprechen. Auf Veranlassung des Königl. preuß. Landes-Oeconomie-Collegiums angestellte Versuche, bei welchen auf 100 ℔ frischen Rindviehmist $2-2^1/_2$ ℔ gewöhnlicher halbgebrannter Sägegyps verwendet wurden, lieferten zum Theil nicht die erwarteten günstigen Resultate. Daß der Gyps das Ammoniak der Stallluft binde und die Zersetzung des Mistes verzögere, bestätigten alle 7 Versuche. Die Wirkung des gegypsten gegenüber dem ungegypsten Stallmiste war aber immer nicht eine so hervorragende, wie erwartet war, ja sogar bei einigen eine geradezu ungünstige. Die Versuchsparcellen waren indeß immerhin nur klein (640—850 Quadratmeter K.), was bei Feldversuchen für sichere Resultate durchaus nicht günstig ist.

Was die von Payen vorgeschlagene Anwendung von Aetzkalk zur Verhütung der Verflüchtigung von Ammoniak anbetrifft, so ist diese, wie schon beim Pferdemist erwähnt, für

die Ställe zu verwerfen. Der Kalk kann nur einen Verlust von bei seiner Anwendung noch in organischer Bindung befindlichem Stickstoff verhüten, derselbe macht dagegen alles schon gebildete Ammoniak frei und bewirkt so keine Bindung desselben, sondern erst recht eine Verflüchtigung, da nun mehrere der in den Excrementen vorhandenen stickstoffhaltigen, organischen Körper sich sehr schnell umsetzen, und die zu ihrer Umsetzung vorhandenen Factoren, vor Allen die Pilze und Fermente, stets vorhanden sind, so wird auch im Stalle stets bereits gebildetes Ammoniak befindlich sein, was bei Anwendung von Aetzkalk verloren geht.

Payen läßt die Frage, wie der Aetzkalk die Conservirung des Stickstoffs bewirkt, offen, glaubt aber, daß es durch Bildung von Salpetersäure geschehe.

Um diese Frage zu entscheiden, habe ich Harn von Kühen und Schweinen mit Aetzkalk versetzt und eine Zeit lang, im Juli und August, stehen lassen, hierbei aber in den ersten Wochen keine Salpetersäure nachweisen können. Hieraus folgt, daß der Aetzkalk die Zersetzung der stickstoffhaltigen Körper des Harns an sich erschweren und so conservirend wirken muß, was auch aus der äußern Beschaffenheit des Harns hervorging. Leider waren mir wegen anderer Arbeiten und meiner Uebersiedelung nach Waldau keine quantitativen Stickstoffbestimmungen möglich.

Von den Versuchen Payen's, auf welche er seine Vorschläge in Betreff der Anwendung von Aetzkalk basirt, führe ich die folgenden an:

100 Kubikcent.	normalen Harns enthielten . . .	1,510 Grm.	Stickstoff.
dito.	nach 4stündigem Abdampfen im Wasserbade	1,023 "	"
dito.	mit 300 Grm. Kreide gemischt nach 72 St.	1,384 "	"
dito.	mit 300 Grm. Kreide gemischt nach 5 Tagen	1,108 "	"
dito.	mit 50 Grm. Kalkhydrat nach 72 St.	1,396 "	"
100 K.-C.	normalen Harns	1,311 "	"
dito.	nach 34tägiger Gährung und Abdampfen im Wasserbade	0,453 "	"
dito.	nach 34tägiger Gährung, nach Zusatz von 0,1 Kalk und Abdampfen im Wasserbade	0,395 "	"
100 K.-C.	normalen Harns	0,543 "	"
dito.	6 St., nachdem er gelassen, mit 2 Grm. Kalk versetzt, das Gemisch im Wasserbade abgedampft	0,444 "	"
dito.	wie oben, nur statt 6 St. 24 St. . .	0,428 "	"

d. Erdeinstreu.

§. 55.

a. Die Erde als alleiniges Einstreu-Material.

Erde allein als Einstreu zu verwenden kann nur dann als gerechtfertigt erscheinen, wenn wegen großen Strohmangels eine Benutzung von Stroh nicht möglich ist. Die Ansichten der Landwirthe über die Erdeinstreu sind sehr verschieden; von der einen Seite wird sie durchaus verworfen, während sie von anderer Seite wieder sehr gelobt wird. Daß der Dünger durch die Erde gut conservirt wird, ist früher dargelegt worden; hiermit stimmen auch die meisten Landwirthe überein. Der Streit betrifft nur das Lager der Thiere, welches nach der Ansicht und Erfahrung der Einen ein sehr schmutziges ist, nach den Andern dagegen diesen Nachtheil nicht besitzen soll. Bei solcher Divergenz der Ansichten ist natürlich das wirklich Wahre schwer zu finden, und doch wird es wieder in der richtigen Mitte liegen, d. h. bei größter Sorgfalt und Beobachtung aller Verhältnisse wird die Erdeinstreu den Thieren einen leidlichen Stand gewähren, während dagegen ohne Berücksichtigung aller Vorsichtsmaßregeln das Gegentheil der Fall sein muß; ersteres hat aber trotz des besten Willens des Herrn immer seine bedeutenden Schwierigkeiten, weshalb man wahrscheinlich auch mehr einen schlechten als guten Stand der Thiere zu sehen Gelegenheit haben wird.

Da aber bei Mißernten zuweilen, vor Allem in einzelnen Gegenden, ein solcher Mangel an Streustroh eintreten kann, daß der Landwirth gezwungen ist, zu Surrogaten zu greifen, so wird dann die Erde bei Beobachtung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln und vor Allem bei strenger Aufsicht von Seiten des Herrn immer am empfehlenswerthesten sein, wie uns dies der folgende Versuch des Freiherrn von Rotenhan zu Rentweinsdorf zeigt. Rotenhan hat den Winter 1857—58 99 Stück Rindvieh auf reiner Erdeinstreu stehen gehabt, wobei nach seiner Angabe die Thiere trocken und reinlich standen, und nicht mehr Krankheitsfälle als sonst vorkamen.

Das Verfahren hierbei war Folgendes: Hinter den Viehständen und zwar zwischen diesen und den Gängen wurde auf dem Stallpflaster ein Stück Holz, etwa von der Stärke einer Gerüststange befestigt und der Raum zwischen dieser und der Krippe mit trockener Erde 21—26 cm hoch in der Art ausgefüllt, daß das Vieh einen horizontal ebenen Stand hatte, wobei bei der Construction der Stände die Erde in den meisten Fällen hinten höher als vorne

liegen wird; die Angabe der Höhe der Erde von 21—26 cm ist hinten gemeint. Der Zweck der Stange ist der, der Erde einen Halt zu gewähren, damit sie nicht hinter den Thieren herunter fällt. Auf dieser Erdunterlage standen die Thiere ohne jede anderweitige Streu. Des Tages 3—4 Male wurden die Excremente der Thiere und die von Urin aufgeweichten Erdtheile mit einer Krücke abgezogen und auf kleine Haufen hinter den Thieren zusammengehäuft, von wo aus dieser Dung täglich zu gelegener Zeit auf die Dungstätte gebracht wurde. Die durch das Abziehen der Excremente rc. sich ergebenden Unebenheiten wurden dadurch ausgeglichen, daß von den übrigen Stellen Erde weggenommen, und durch diese der Stand wieder geebnet wurde. Nach 14—20 Tagen wurde die Erde herausgeschafft und durch frische ersetzt, weil die Erde dann so compact geworden ist, daß sie die Flüssigkeit nicht mehr so gut, wie anfangs, aufsaugt.

Ganz ähnlich sind die Vorschläge des Hauptmanns Farthmann, der die Erdeinstreu ebenfalls außerordentlich empfiehlt.

Unerläßlich erforderlich hierbei ist trockene Erde; die Erde war bei Rotenhan im Herbste angefahren und unter Dach gebracht worden. Am besten eignet sich sandiger und humoser Lehmboden; schlecht zu verwenden ist dagegen schwerer Thonboden.

Die Menge der pro Stück verbrauchten Erde ist von Rotenhan nicht genau angegeben, wir erfahren nur, daß monatlich pro Stück 1—2 (zweispännige) Fuhren benutzt worden sind. Die Menge der Erde läßt sich aber bei den uns vorliegenden Zahlen leicht berechnen. Nach den Versuchen Henneberg's und Stohmann's wissen wir, daß die Excremente des Ochsen beim Erhaltungsfutter durchschnittlich in graden Zahlen 54 Pfund Wasser enthalten; die wasserfassende Kraft eines mittleren Lehmbodens beträgt ferner 40—50%. Rechnen wir dieselbe zu 30%, da die Erde einerseits ja nie ganz trocken ist und anderseits nicht vollständig mit Jauche getränkt sein darf, wenn die Thiere einen leidlich trockenen Stand haben sollen, so ergeben sich für 1000 Pfund Lebendgewicht täglich 180 Pfund = 0,067 Kubikmeter Erde.

Der Wassergehalt der Excremente bei Erhaltungsfutter kann hier mit vollem Rechte zu Grunde gelegt werden, da man die Erdeinstreu ja nur in stroharmen Jahren anwenden wird, in denen dann aber auch von einer andern, als den status quo erhaltenden Fütterung viel nicht die Rede sein wird.

Je humoser die Erde, um so größer also ihre wasserfassende Kraft, um so weniger ist von derselben erforderlich.

Wie die humusreiche Erde zugleich auch die Bindung des Ammoniaks im höheren Grade bewirkt, zeigt folgender Versuch von Davy.

In England war Torf und Torfkohle zur Fixation des Ammoniaks in den Ställen benutzt worden, und Davy untersuchte, welches von beiden Mitteln die Aufgabe am besten löse: Zu dem

Zwecke wurde eine bestimmte Menge Torf und Torfkohle mit Urin zusammengebracht, und entweder das im Torf, resp. der Torfkohle, nach einer gewissen Zeit vorhandene Ammoniak, oder das sich verflüchtigende Ammoniak quantitativ bestimmt; hierbei zeigte sich, daß der Torf das Ammoniak sehr gut bindet, während die Torfkohle dies sehr schlecht thut.

Als 500 Grm. Torf und 508 Grm. Torfkohle, beide mit 355 Grm. Urin 4 Tage lang der Luft ausgesetzt waren, hatte der Torf 1,105 Grm. und die Torfkohle nur 0,233 Grm., während der Urin 0,947 Grm. Ammoniak enthielt; das Plus beim Torf erklärt sich dadurch, daß der Torf selbst Ammoniak enthielt. Ferner wurden 300 Grm. Torf, resp. Torfkohle und 1/2 Unze Harn 5 Tage lang unter eine Glocke, in der Schwefelsäure befindlich war, gestellt; hierbei enthielt die Schwefelsäure, die beim Torf befindlich gewesen war, kein Ammoniak, die bei der Torfkohle dagegen 0,288 Grm.

Torf, wo solcher auf einem Gute zu haben, empfiehlt sich für die Conservirung des Mistes sehr.

§. 56.

b. Vereinigung der Erd- mit der Stroheinstreu.

Wenn somit die reine Erdeinstreu unter Beobachtung aller erforderlichen Vorsichtsmaßregelnin stroharmen Jahren als Surrogat für das Stroh ohne Nachtheil angewandt werden kann, so ist anderseits die Vereinigung der Erd- mit der Stroheinstreu durchaus zu empfehlen. Ueber dieselbe spricht sich Block, wie folgt, aus: „Vermittelst der Erde als Einstreu, und zwar mit abwechselnd Stroh oder anderen trockenen Streu-Materialien, sind wir im Stande, den thierischen Dünger in den Stallungen, nämlich Excremente und Urin, auf das vollständigste ohne Verlust aufzufangen und zu gewinnen, Aecker und Wiesen damit zu bereichern, den Thieren einen gesunden Aufenthalt in ihren Stallungen zu verschaffen, selbst wenn der Dünger in denselben mehrere Monate verbleibt, sowie dem Mangel an Dünger vorzubeugen, den zu Zeiten geringe Stroherten, besonders an Orten, wo es an anderen Einstreu-Mitteln gebricht, unausbleiblich nach sich ziehen.“

Nach Block sind bei Mangel an Streustroh, wenn nämlich täglich nur 3—4 Pfund zu geben sind, 1¼—1½ preuß. Cubikfuß erforderlich; hierbei ist aber nothwendig, daß der Dünger wenigstens 4 Wochen unter den Thieren liegen bleibt und derselbe zweimal in der Woche aufgerissen und auf die Krippen zugezogen wird, weil sich sonst der Dünger zu sehr hinter den Thieren

ansammelt und die Vermischung der Excremente mit der Einstreu eine unvollständige ist.

Bei größerer Stroheinstreu, 6—8 Pfund und saftigem Futter, sind $1^1/_4$—$1^1/_2$ preuß. Cubikfuß Erde auch noch mit Vortheil anzuwenden, jedoch genügt hier auch etwas weniger; aber auch bei reichlicher Stroheinstreu hat die Benutzung von $^1/_2$ Cubikfuß Erde pro Tag und pro Stück großen Vortheil.

Diese Angaben Block's, die auf jahrelangen Erfahrungen beruhen, verdienen der Beherzigung sehr; auch bei reichlicher Stroheinstreu sind wir bei dem großen Wassergehalte der Excremente des Rindes nicht im Stande, die Flüssigkeiten durch dasselbe vollständig aufzufangen, sondern wir müssen auch hier Vorrichtungen haben, welche ein Ansammeln des nicht absorbirten Urins entweder im Stalle oder in seiner Nähe möglich machen. Bei Anwendung regelmäßiger Erdeinstreu neben der Stroheinstreu wird dagegen der Urin vollständig aufgesogen und so vollständig gewonnen. Die Erde wirkt ferner noch absorbirend auf das Ammoniak ein, so daß in solchem Stalle auch die Luft eine bedeutend reinere sein wird. Die Angaben Block's über die Erdmenge bei mangelndem Stroh stimmen mit denen, welche sich durch die Rechnung ergeben, gut überein, so daß sie umsomehr als durchaus richtig angesehen werden können.

Nehmen wir an, daß der Urin in diesem Falle durch die Erde aufgenommen werden soll, indem die festen Excremente dem Stroh überlassen werden, so beträgt die Menge desselben pro Haupt nach den Versuchen Henneberg's und Stohmanns im Durchschnitt circa 25, in Maximo 45 Pfund; diese erfordern von einer Erde mit 30% wasserfassender Kraft 1 bis $1^3/_4$ preuß. Cubikfuß.

Block empfiehlt ferner nicht nur die Stroheinstreu, sondern auch die Erdeinstreu täglich zu beschaffen, weil sich dann die Masse nicht so sehr zusammenballt und eine gleichmäßigere Mischung des Ganzen stattfindet, was dann wieder eine bessere und gleichmäßigere Vertheilung des Düngers auf dem Acker ermöglicht.

Statt der trockenen Erde ist neben der Stroheinstreu trockener Torf mit Vortheil zu verwenden.

c. Anwendung des Rindviehmistes.

Da der Rindviehmist sich wegen seines höheren Wasser- und seines geringeren Stickstoffgehaltes weniger schnell, als der Pferdemist erwärmt und umsetzt, so folgt hieraus, daß derselbe sich auch weniger gut für kalte und sehr bindige und humose, als für leichtere, wärmere Bodenarten eignen wird, da die physikalischen

Eigenschaften derselben der Zersetzung weniger Hindernisse entgegenstellen, als dies bei den oben bezeichneten Bodenarten der Fall ist. Zugleich wird die theilweise geringere Absorptions-Fähigkeit der leichteren Böden der Anwendung des sich langsamer zersetzenden Rindviehmistes das Wort reden, da dieser zur Zeit immer weniger gelöste und zu absorbirende Stoffe der Erde darbietet, als ein sich schnell zersetzender, hitziger Dung.

In den meisten Fällen wird es jedoch auch hier vortheilhafter sein, den Rindviehmist mit dem Pferdemist gut gemischt anzuwenden, weil die entgegengesetzten Eigenschaften beider hierdurch aufgehoben werden, und so ein für die meisten Felder gleichmäßig wirkender Dung gewonnen wird.

Weiteres bei Kapitel V.

III. Schweinemist.

§. 57.

a. Die Zusammensetzung und Beschaffenheit desselben.

Ueber die Menge und Zusammensetzung der Ausleerungen des Schweines liegen die Untersuchungen von Boussingault und die von Pommritz vor. Nach Boussingault betragen die Ausleerungen eines mit in Dampf gekochten Kartoffeln ernährten Schweines von 6—8 Monaten in 24 Stunden im frischen Zustande 8,32 Pfund und getrocknet 1,5 Pfund. Hiernach besteht der Schweinemist, wenn wir zu den Excrementen die Einstreu mit 4, resp. 8 Pfund Stroh hinzurechnen, aus folgenden:

	Zusammensetzung				
	der Excremente.	von 4 ℔ Stroh.	von 8 ℔ Stroh.	der Excremente und 4 ℔ Stroh.	der Excremente und 8 ℔ Stroh.
	℔	℔	℔	℔	℔
Kohlenstoff . .	0,575	1,432	2,864	2,007	3,439
Wasserstoff . .	0,075	0,156	0,312	0,231	0,387
Sauerstoff . .	0,475	1,152	2,304	1,627	2,779
Stickstoff . . .	0,050	0,012	0,024	0,062	0,074
Asche	0,313	0,232	0,464	0,545	0,777
Wasser . . .	6,834	1,016	2,032	7,850	8,866
	8,322	4,000	8,000	12,322	16,322

Wie diese Untersuchung darthut ist der Schweinemist sehr wässerig und arm an Stickstoff, weshalb er auch den Namen eines

kalten Dunges erhalten hat. Die vorliegenden Zahlen zeigen indeß nur die Zusammensetzung des Schweinedunges bei der Ernährung der Thiere mit Kartoffeln; da aber das Schwein sehr verschiedenartig und bei der Mast viel besser ernährt wird, so wird dann auch der Mist desselben ein viel werthvollerer sein, wie dies zunächst die Pommritzer Versuchs-Resultate, welche mit Mastschweinen erhalten sind und dann die weiter unten beschriebenen Düngungversuche von Christiani und Wright bestätigen.

Nach den Pommritzer Versuchen, über welche p. 48 die näheren Angaben betreffend Futter-, Koth- und Harnmengen gemacht sind, enthält der Schweinemist pro Tag die auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Bestandtheile, zu denen noch zu bemerken ist, daß A. den Mist nach Fütterung von Erbsen, Kartoffeln und saurer Milch und B. den nach Fütterung von Gerste, Kartoffeln und saurer Milch repräsentirt und daß 4,5 ℔ Streustroh täglich der Rechnung zu Grunde gelegt sind.

	A.	B.
Trockensubstanz	2236,520	2283,820
Stickstoff	42,560	31,230
Eisenoxyd	2,253	2,083
Kalkerde	13,938	13,970
Magnesia	6,395	6,639
Kali	58,287	55,288
Natron	3,062	3,075
Phosphorsäure	22,856	22,221
Kieselsäure	60,769	58,481
Chlor	4,710	5,524
Schwefelsäure	7,581	8,068

Christiani düngte, um den Dung von Mastschweinen in seiner Wirkungsweise mit dem der andern Hausthiere zu vergleichen, je 283,7 Quadratmeter mit dem Dung von Mastschweinen, Masthammeln, Pferden und Kühen. Hierbei wurden die Versuchsstücke nach der Fruchtfolge: Winterrübsen (gedüngt), Gerste, Weizen, Hafer, Gerste, Weizen, Kartoffel (gedüngt) bewirthschaftet. Die Stärke der Düngung betrug pro Morgen 9 Fuder à 25 Ctr. Die Versuche wurden in den Jahren 1835 bis 41 ausgeführt. Die Erträge der 7 Jahre sind in Roggenwerth berechnet.

In 7 Jahren erzielte er durch Schweinedung 12594 ℔ Roggenwerth.
" " " " " " Pferdedung 12190 " "
" " " " " " Schafdung 11485 " "
" " " " " " Kuhdung 10887 " "

Wir sehen hieraus, daß unter Umständen der Schweinedung den Vorrang von allen Mistarten haben kann.

Ferner liegt noch eine Angabe über den Werth des Schweinemistes, ebenfalls auf seiner Wirkung beruhend, von Wright vor, welche sich leider nur auf ein Jahr erstreckt und nur die Zahl der erzielten Halme anführt; hiernach steht der Dung der Schweine dem Schafdünger sehr nahe.

Wright erhielt:

		mehr als ungedüngt
bei ungedüngt	. . 159 Halme	—
„ Pferdemist	. . 266 „	107 Halme.
„ Schafmist	. . 244 „	85 „
„ Schweinemist	. 233 „	74 „
„ Kuhmist	. . . 167 „	8 „

Aus diesen Angaben können wir entnehmen, daß der Mist von gut ernährten Schweinen ein durchaus werthvoller Dung ist.

§. 58.

b. Behandlung des Schweinemistes im Stalle.

In Betreff des Schutzes, welchen der Stall vor Verlusten an den löslichen Stoffen des Dunges gewähren soll, verweise ich auf das früher Angeführte.

α. Die Einstreu.

Die Angaben über das Einstreu-Quantum sind auch hier sehr variirend. So verlangt Boussingault 3,7 Pfund, Weit 3—4 Pfund, Sprengel 3—6 Pfund, Kleemann für ein großes 4—5 Pfund und für ein kleines Schwein 2—2½ Pfund, ferner Block und Schweitzer 5 Pfund für ein 1—3jähriges, und 2½ Pfund für ein 1 Monat bis 1 Jahr altes Schwein. Daß aber diese Angaben meistens etwas sehr niedrig gegriffen sind, zeigen die Angaben von Eldena, wo die Schweinezucht bekanntlich im Großen betrieben wird und eine anerkannt vorzügliche ist.

Hier erhält im Durchschnitt:

ein Eber . .	11⅔ Pfund,
eine Sau .	7⁵/₉ „
ein Ferkel .	3 „
Dies macht im Mittel	7,2 Pfund für Zuchtschweine,

Mastschweine erhalten 6 Pfund.

Das Schwein ist, wenn man auch mit dem Namen oft das Gegentheil verbindet, ebenfalls ein Thier, welches, wenn es gut gedeihen soll, große Reinlichkeit liebt, welche natürlich nur durch ausreichende Einstreu zu erlangen ist.

Delbey, ein bekannter französischer Viehzüchter, sagt über die Schweine: „Sollen sich die Schweine wohl befinden, sich gut und schnell mästen, so halte man ihren Stall rein, erneuere die Streu oft u. s. w."

Wir können daher wohl mit Recht die Eldenaer Angaben als die maßgebenden hinstellen.

β. Liegenlassen des Mistes unter den Thieren.

Ueber die Dauer des Liegenlassens des Mistes unter den Thieren variiren die Ansichten der landwirthschaftlichen Schriftsteller nicht sehr; viele, z. B. Koppe, halten ein tägliches Ausmisten für nothwendig; während dagegen Andere, wie z. B. Pabst, ein zweimaliges Ausmisten per Woche für ausreichend erachten. In Eldena wird täglich ausgemistet. Nach dem Vorhergesagten kann man wohl dem täglichen Ausmisten allein das Wort reden.

γ. Schutz gegen Verluste an flüchtigen Stoffen — Ammoniak.

Das beim Pferdemist über die zur Bindung des Ammoniaks im Stalle vorgeschlagenen Mittel Gesagte hat auch hier seine volle Anwendung; vor Allem empfehlenswerth ist der Gyps, dessen Menge per Tag eine verschiedene sein muß; je reichhaltiger die Thiere ernährt werden, oder mit andern Worten, je stickstoffhaltiger der Dung ist, um so mehr Gyps ist erforderlich, da sich dann ja auch um so mehr Ammoniak bilden kann. Soll Schwefelsäure benutzt werden, so ist diese mit kalkfreiem Sande (10 bis 20fachem Volumen) anzuwenden.

δ. Die Erdeinstreu.

Die Anwendung der Erde ohne Stroh halte ich für den Schweinestall nicht für rathsam und zwar aus den oben angeführten Gründen. Was dagegen anderseits die Vereinigung der Erd- mit der Stroheinstreu anbetrifft, so glaube ich, daß diese vortheilhaft sein wird. Der Schweinemist ist, wie wir gesehen haben, sehr wasserhaltig und daher wird auch die sämmtliche Flüssigkeit von dem Stroh schwer aufgesogen werden, weshalb eine unter dem Stroh befindliche dünne Erdschichte, die vielleicht alle 14 Tage zu erneuern wäre, gute Dienste leisten würde. Erfahrungen liegen aber, soweit mir bekannt, darüber bis jetzt noch nicht vor.

c. Anwendung des Schweinemistes.

Der Schweinemist, dessen Menge vielfach keine bedeutende ist, wird am besten auf der Dungstätte mit den andern Mistarten gemischt und so angewendet.

Stehen größere Mengen zur Verfügung, und will man dieselben allein anwenden, so wird sich der Schweinemist als ein kalter, wasserhaltiger Dung in der Regel mehr für leichtere und warme als für sehr bindige und kalte Böden eignen.

Weiteres siehe Kapitel V.

IV. Schafmist.

§. 59.

a. Zusammensetzung und Beschaffenheit des Schafmistes.

α. Zusammensetzung.

Ueber die Zusammensetzung des Schafmistes liegen uns die Untersuchungen von Jürgensen, Hofmeister und die von Henneberg im Verein mit G. Kühn, M. Märcker, F. Schulze und H. Schultze vor; außerdem haben wir noch mehrere Angaben über die Menge desselben.

1. Nach den Untersuchungen von Jürgensen betrugen die Excremente eines mit Heu ernährten Hammels im Durchschnitt von 8 Beobachtungstagen täglich

an festen Excrementen .	971,68 Grm.	
und an Urin	476,67 „	
	1448,35 „	= 2,89 Pfund

2. Nach Hofmeister. Die Versuche Hofmeister's sind bereits p. 43 beschrieben; die Quantität der Ausleerungen, sowie die Zusammensetzung derselben sind, soweit die Analysen es ergeben, auf der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Art des Futters	Durchschnittliches Gewicht der Thiere ℔	Durchschnitt von Versuchstagen Tag	Koth ℔	Harn ℔	Gesammtexcremente ℔	Die Gesammtexcremente enthalten an Trockensubstanz ℔	Wasser ℔	Asche ℔	Stickstoff ℔
Wiesenheu	173	12	7,76	2,50	10,26	2,39	7,87	0,36	0,06
Heu und Hafer	178	6	7,69	2,12	9,81	2,56	7,25	0,33	?
Heu und Hafer	183	8	7,64	2,13	9,77	2,63	7,14	0,32	0,08
Heu und Hafer	174,5	5	8,12	1,94	10,06	2,94	7,12	0,34	0,07
Heu, Hafer und Oel . . .	178—187	16	6,18	2,34	8,52	2,60	5,92	0,30	0,07
Heu, Rapskuchen und Oel .	187—194	19	4,83	2,84	7,67	2,12	5,55	0,34	0,08
somit 2 Thiere durchschnittlich			7,03	2,32	9,35	2,54	6,82	0,33	0,07
also ein Thier			3,51	1,16	4,67	1,27	3,41	0,17	0,036

3. Nach Henneberg. a. In Weende wurden je 8 Merino-Hammel in 4 Abtheilungen zu Mastungs-Versuchen aufgestellt; diese erhielten pro Stück und pro Tag:

	Abth. I.	II.	III.	IV.
	℔	℔	℔	℔
Wiesenheu .	1,0	1,0	1,0	1,0
Roggenstroh	3,0	3,0	3,0	3,0
Runkelrüben	5,0	8,3	11,6	10,5
Bohnenschrot	0,25	0,25	0,25	0,25
Rapskuchen	0,5	0,25	—	—
Rüböl . .	—	—	—	0,06
Kochsalz . .	1/80	1/80	1/80	1/80

Der Mist dieser je 8 Hammel betrug in den 73 Versuchstagen

	Abth. I.	II.	III.	IV.	Mittel:
	℔	℔	℔	℔	
Mist	2193,1	2822,2	3319,8	2925,5	—
Also pro Stück und pro Tag . . .	3,75	4,83	5,69	5,01	4,57
Getrocknet	0,83	0,80	0,57	0,61	0,70

b. Bei einem anderen Versuche, welchen W. Henneberg im Verein mit G. Kühn, M. Märcker, E. Schulze und H. Schultze machte und bei welchem die Thiere (2) nur mit Wiesenheu ernährt wurden und zwar in der Art, daß sie sich im Beharrungszustande oder was dasselbe im reinem Wollproductionszustande befanden, wurden beim durchschnittlich täglichen Verzehr von 1181,25 Grm. Wiesenheu

	frisch	trocken
durchschnittlich an Koth	1218,5 Grm.	411,53 Grm.
und an Harn . . .	556,75 „	77,63 „
in Summa Excremente	1775,25 Grm. und	489,16 Grm.

producirt.

4. Nach dem Verfasser. Ein Merino-Electoral-Hammel, 38,75 Ko. schwer und 1 3/4 Jahre alt, wurde zur Bestimmung der Menge der Excremente für sich aufgestellt und Harn- und Kothmenge bestimmt.

Das Thier erhielt täglich 1125 Grm. Heu, 2750 Grm. Roggenstroh und 500 Grm. Rüben; vom Heu wurden nur 375—500 Grm. und vom Stroh 125—300 Grm. verzehrt. Ein zweiter Hammel derselben Race, 1 1/2 Jahr alt, erhielt 1000 Grm. Stroh, 750 Grm. Heu und 500 Grm. Rüben; vom Heu wurden 500—625 Grm. und vom Stroh 125—250 Grm. verzehrt.

Versuchsdauer für jeden Hammel 3 Tage.

	Koth		Urin		Gesammtexcremente	
	frisch	trocken	frisch	trocken	frisch	trocken
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Hammel I. . . .	885,1	290,1	691,5	60,67	1576,6	350,77
Hammel II. . . .	944,1	330,5	680,0	54,09	1624,1	484,59
Mittel	914,6	310,3	685,7	57,38	1600,3	367,68

Stellen wir die Mittelzahlen, welche sich aus den Versuchen als die Menge der pro Tag gelieferten Gesammt-Excremente ergeben haben, zusammen, so erhalten wir:

	frisch:	trocken:
Jürgensen . . .	2,89 ℔	1,15 ℔
Hofmeister . . .	4,67 „	1,27 „
Henneberg, a. . .	4,57 „	0,70 „
Henneberg, b. . .	3,55 „	0,98 „
Heiden	3,20 „	0,73 „
Mittel	3,78 ℔	0,97 ℔.

Da von Jürgensen und Henneberg allein vollständige Analysen über die Zusammensetzung des Kothes und Harnes vorliegen, so können wir auch diese nur zur Berechnung der Zusammensetzung des Schafmistes benutzen. Ich werde daher auf der folgenden Tabelle die Zusammensetzung des Schafmistes zunächst auf Grund der Jürgensen'schen Analysen in der Art anführen, daß ich dieselben sowohl auf die von Jürgensen erhaltene Menge der Gesammt-Excremente, sowie auch auf die aus den vorliegenden Versuchen sich ergebende Mittelzahl anwende und dann nach den Zahlen von Henneberg und seinen Mitarbeitern; letztere Zahlen liefern, da auch die Aschenbestandtheile bestimmt sind, das vollständigste Bild der Schafexcremente und durch Hinzufügung der Strohbestandtheile das des Schafmistes. Der Berechnung des Mistes sind ferner 300 Grm. Einstreustroh zu Grunde gelegt.

1. Nach den Angaben von Jürgensen.

Die festen und flüssigen Excremente bestehen aus:		300 Grm. Weizenstroh enthalten:		Zusammen:
Kohlenstoff . .	211,1 Grm.	118,8 Grm.	=	329,9 Grm.
Wasserstoff . .	24,2 „	15,9 „	=	40,1 „
Sauerstoff . .	150,2 „	105,2 „	=	255,4 „
Stickstoff . . .	13,2 „	2,3 „	=	15,5 „
Asche	77,6 „	18,6 „	=	96,2 „
Wasser . . .	972,0 „	39,3 „	=	1011,3 „
	1448,3 „	300,1 „	=	1748,4 „

2. Nach der berechneten Mittelzahl:

Die festen und flüssigen Excremente bestehen aus:		300 Grm. Weizenstroh enthalten:		Zusammen:
Kohlenstoff . .	275,5 Grm.	118,8 Grm.	=	394,3 Grm.
Wasserstoff . .	31,6 „	15,9 „	=	47,5 „
Sauerstoff . .	196,0 „	105,2 „	=	301,2 „
Stickstoff . . .	17,2 „	2,3 „	=	19,5 „
Asche	101,3 „	18,6 „	=	119,9 „
Wasser . .	1268,4 „	39,3 „	=	1307,7 „
	1890,0 „	300,1 „	=	2190,1 „

3. Nach Henneberg und dessen Mitarbeitern.

Die festen und flüssigen Excremente bestehen aus:		300 Grm. Weizenstroh enthalten:		Zusammen:
Kohlenstoff	219,60 Grm.	118,80 Grm.	=	338,40 Grm.
Wasserstoff	26,70 „	15,90 „	=	42,60 „
Sauerstoff	153,30 „	105,20 „	=	258,50 „
Stickstoff	15,80 „	2,30 „	=	18,10 „
Wasser	1286,10 „	39,30 „	=	1325,40 „
Kali	19,15 „	2,78 „	=	21,93 „
Natron	4,52 „	0,49 „	=	5,01 „
Kalkerde	9,75 „	1,08 „	=	10,83 „
Magnesia	4,81 „	0,45 „	=	5,26 „
Phosphorsäure	4,10 „	0,76 „	=	4,86 „
Schwefelsäure	2,17 „	0,35 „	=	2,52 „
Chlor	8,41 „	0,37 „	=	8,78 „
Kieselsäure, Sand, Eisen und nicht bestimmte Stoffe	22,75 „	12,30 „	=	35,05 „
	1777,16 „	300,08 „	=	2077,24 „
Ab Sauerstoff für Chlor	1,89 „	0,08 „	=	1,97 „
	1775,27 „	300,00 „	=	2075,27 „

β. Beschaffenheit des Schafmistes.

Der Schafdung ist, wie die Analyse darthut, ein trockener und stickstoffreicher Dung; die Folge hiervon ist, daß sich derselbe leicht zersetzt, sich dadurch erhitzt und sich so noch schneller zersetzt. Aus diesem Grunde führt der Schafdung mit Recht den Namen eines hitzigen Düngers. Da die Zersetzung stets mit Verlusten verbunden ist, so ist es um so mehr Aufgabe der Behandlung, diesen Verlusten soviel als möglich vorzubeugen.

§. 60.

b. Behandlung des Schafmistes im Stalle.

Der Zweck der Behandlung des Schafmistes im Stalle ist auch hier, ihn vor Verlusten an flüchtigen und flüssigen Stoffen zu schützen.

Den Verlusten an flüssigen Stoffen wird durch eine gute Beschaffenheit des Stalles und richtige Einstreu vorgebeugt.

Was die Einrichtung des Standes anbetrifft, so ist für die Schafställe, ohne die nachtheiligen Folgen für den Dung, wie wir sie bei den Pferden und Kühen gekennzeichnet haben, Erde gut

anwendbar, da das Schaf nur schwach urinirt und somit eine Ansammlung von Flüssigkeit, welche tief in die Erde ziehen und dem Dünger Verluste bereiten würde, nicht möglich ist.

Was die Einstreu anbetrifft, so sind die Angaben der landwirthschaftlichen Schriftsteller über die Menge derselben nicht sehr weit auseinandergehend.

Block verlangt im Winter $^1/_3$ Pfund, bei Weidegang $^1/_4$ Pfund, ebenso Schweitzer und v. Schwerz; v. Flotow dagegen $^1/_2$ Pfund, Sprengel $^1/_4$—$^3/_4$ Pfund und Kleemann im Winter $^1/_6$, bei Weidegang für die Nacht $^1/_{12}$ und bei grüner Stallfütterung $^1/_4$ des Trockengewichts des Futters.

Legen wir bei Bestimmung des Einstreu-Quantums die Harnmenge zu Grunde, was bei der trockenen Beschaffenheit der festen Excremente sicherlich thunlich ist, so ergiebt dies durchschnittlich täglich pro Stück $^3/_5$ Pfund.

§. 61.

e. Liegenlassen des Mistes unter den Thieren.

Wenn auch in Betreff des Liegenlassens des Schafmistes unter den Thieren vom diätetischen Standpunkt dasselbe anzuführen ist, was wir bei den andern Hausthieren gesagt haben, daß nämlich die ammoniakalischen Dünste, welche sich wegen der Beschaffenheit des Schafmistes im Schafstalle um so schneller und in so größerer Menge bilden, den Thieren schädlich sind, und bei den Schafen neben den anderen nachtheiligen Einflüssen noch ein Anätzen der Vorhaut bei den männlichen Thieren hinzukommt, so ist doch die landwirthschaftliche Praxis für ein längeres Liegenlassen des Mistes im Stalle. Der Mist bleibt in der Regel 2, 3, 4, 5 bis 6 Monate unter den Thieren. Da man den nachtheiligen Einflüssen der Gase bei rationeller Behandlung des Mistes mehr und mehr vorbeugen kann, so wird auch das längere Liegenlassen für die Thiere um so weniger schädlich werden.

Bei gehöriger Einstreu sorgt das Schaf selbst schon dafür, daß die Zersetzung nicht allzu schnell vor sich geht, indem es durch fortwährendes Hin- und Herlaufen das nothwendige Festtreten des Mistes bewerkstelligt, und dadurch zugleich eine ganz gute Vermischung der Excremente mit der Einstreu stattfindet. Eine zeitweise Umstellung der Raufen befördert dies natürlich. Die Aufsaugung des Urins ist im Schafstalle, da das Schaf ja verhältnißmäßig schwach harnt, leicht zu erreichen.

Wenn so auch einerseits durch das Schaf selbst schon viel für Conservirung des Düngers geschieht, so genügt dies allein

doch nicht, sondern der Mensch muß auch noch das seinige hinzufügen, um denselben vor Verlusten, und zwar vor Allem an Stickstoff, so viel wie möglich zu schützen. Da der Schafmist sich nämlich, wie wir vorher gesehen haben, schnell zersetzt, und ein Produkt der Zersetzung das Ammoniak ist, so wird in jedem Schafstalle, wenn nicht außer der nothwendigen Stroheinstreu noch etwas für den Dung geschieht, stets ein bedeutender Verlust an Stickstoff stattfinden. Man bedarf, um die bedeutende Ammoniakmenge, welche stets, wenn keine besonderen Mittel zu dessen Bindung angewendet werden, nicht des Reagenspapiers, um es in der Luft des Stalles nachzuweisen, sondern die menschliche Nase erkennt dasselbe schon deutlich genug; am leichtesten ist dasselbe natürlich Morgens wahrnehmbar; man kann es aber noch während des ganzen Tages, selbst wenn die Stallthüren geöffnet sind, leicht nachweisen.

Aus den soeben entwickelten Gründen empfiehlt sich eine Behandlung des Schafdüngers mit den Mitteln, welche zur Bindung des Ammoniaks vorgeschlagen und angewendet sind, in hohem Grade. Wir haben diese Mittel früher bereits besprochen und hier gesehen, daß von allen Mitteln die Schwefelsäure und vor Allem der Gyps den Vorzug verdient.

Die Schwefelsäure ist mit der wenigstens 100fachen Menge Wasser zu verdünnen und täglich vor dem Einstreuen vermittelst hölzerner Gießkannen über den Mist zu gießen. Nach Schulze braucht man pro Schaf alle 14 Tage circa 1/2 T. Da aber durch die Schwefelsäure ja so leicht wegen Fahrlässigkeit der Leute Schaden in der einen oder andern Art entstehen kann und dieselbe ferner in der Regel ja auch theurer wie der Gyps ist, der die zu lösende Aufgabe ebenfalls vollständig erfüllt, so verdient dieser auch hier den Vorrang.

Folgender Versuch von Christiani zeigt die außerordentlich günstige Wirkung des Gypses auf den Schafdung.

Christiani machte zwei Verschläge für je 5 Schafe, von denen jedes täglich 1 Ko. Kartoffeln und 2 Male Sommer- und Winterstroh in gleichen Mengen erhielt; in dem einen Verschlage wurde der Mist, vom 18. Dec. bis 5. Jan. alle zwei Tage mit 2 Händen voll einer Mischung von 1 Theil Gyps und 2 Theilen Sand bestreut, erhielt dann vom 5. Jan. an bis zum 5. Febr. 4 Hände und vom 5. Febr. bis zum 5. März 6 Hände voll von derselben Mischung, während der andere unbestreut blieb.

Am 6. März wurde der Mist der beiden Abtheilungen herausgeschafft und in Haufen gesetzt, und der eine, welcher bis dahin gegypst worden war, noch mit 6 Händen voll von der Mischung bestreut; dieser Haufen hatte in der Zeit vom 18. December bis zum 6. März 0,27 Hektoliter Gyps und 0,55 Hektoliter Sand erhalten.

Der in dieser Zeit gewonnene Mist wog in der mit Gyps behandelten Abtheilung 577,5 Kilo und in der andern 565 Kilo. In den Haufen blieb der Mist dann 28 Tage lang liegen, wurde am 8. April ausgefahren und verblieb auf dem Felde bis zum 3. Mai in kleinen (?) Haufen. Mit diesem Miste wurde fruchtbarer Bruchboden und lehmiger Sandboden gedüngt und die Felder mit Kartoffeln bestellt, wobei sich die folgenden Resultate, auf 1 Morgen (= 25 Ar 53□M.) berechnet ergaben:

1. Bruchboden: 1 Morgen Bruchboden mit $4^1/_3$ Fuder des gegypsten Schafmistes gedüngt, gab 947 Ko. Kartoffeln mehr, als derselbe Boden mit ungegypstem Schafdung von derselben Menge. Dieser Mehrertrag, 50 Ko. zu 2 Mark berechnet, beträgt in Geld ausgedrückt, 37,88 Mark, hiervon die Kosten des Gypses mit 4,50 Mark und die des Ueberstreuens mit 46 Pfg. abgezogen, ergiebt einen Reinertrag von 32,92 Mark, was pro Fuder, à 25 Ctr., 7,52 Mark ausmacht.

2. Sandboden: hier ergab der gegypste Dung 721,5 Ko. Kartoffeln mehr, als der ungegypste; wird die Rechnung, wie vorher, gemacht, so berechnet sich der Reinertrag zu 28,86 Mark, also pro Fuder zu 6,66 Mark.

Dieser Versuch zeigt auf das Glänzendste die Vortheile des Gypsens und bestätigt somit die theoretischen Deductionen über den Verlust, welchen der Schafdung, sich selbst überlassen, erleidet; das Gypsen des Schafdüngers ist daher nicht genugsam zu empfehlen.

d. Die Erdeinstreu.

§. 62.

α. Reine Erdeinstreu.

Die reine Erdeinstreu in den Schafställen ist vielfach empfohlen worden und gewiß mit Recht, denn die Nachtheile, welche man derselben in den Ställen der anderen Thiere vorwerfen kann, fallen hier fort. Die Schafexcremente sind an sich verhältnißmäßig so trocken, daß eine Verunreinigung der Thiere, wenn sie auf Erde stehen, bei irgend sonstiger Sorgfalt nicht vorkommen kann. Die Erde anderseits reinigt die Luft von den ammoniakalischen Gasen, verhindert die schnelle Zersetzungsfähigkeit der Excremente und wirkt so conservirend auf dieselben ein.

Jedoch ist die reine Erdeinstreu nicht zu allen Zeiten für die Schafställe anwendbar, sondern ist für die Lammzeit und in der ersten Lebens-Periode der Lämmer, wenn diese in den Winter fällt, zu verwerfen, weil hier die kalte Erde für die Thiere gesundheitsnachtheilige Folgen hat.

Was die Menge der Erde, welche zu verwenden ist, anbetrifft, so giebt Block an, daß für 30 Schafe so viel Erde anzuwenden sei, als für eine Kuh, also täglich 38699 bis 46438 Cubikcentimeter ($1^1/_4$ bis $1^1/_2$ preuß. Cubikfuß).

Legen wir der Berechnung für den Bedarf an Erde die Urinmenge der Schafexcremente zu Grunde, nämlich täglich 0,7 Ko., und nehmen die wasserfassende Kraft der Erde zu 30 % an, so ergiebt dies pro Schaf täglich circa 2,3 Ko. Erde, also für 30 Schafe 69 Ko., welche gleich 51392 Cubikcentimeter (1,66 Cubikfuß) sind; es stimmt somit die Angabe Block's mit der durch Rechnung gefundenen Zahl ziemlich gut.

§. 63.

β. Verbindung der Erd- mit der Stroheinstreu.

Ist schon die reine Erdeinstreu für die Schafställe zu empfehlen, so verdient die Anwendung der Erde neben dem Stroh gewiß alle Berücksichtigung, indem wir so die Vortheile, welche das Stroh dem Thiere als Lager darbietet, mit denen, welche die Erde für den Dünger und die Luft der Ställe hat, vereinigen. Es muß hierbei natürlich aber die Erde unter dem Stroh, und nicht umgekehrt, jene über ersterem zu liegen kommen, wie dies vom Hauptmann Farthmann auf Klein-Schwein angewendet ist, dessen Ansichten über die Erdeinstreu im Uebrigen sehr empfehlenswerth sind; in diesem Falle ist die Anwendung des Strohes durchaus überflüssig.

Bei Anwendung der Erde werden 30960—46438 Cubikcentimeter (1—$1^1/_2$ preuß. Cubikfuß) trockener Erde neben so viel Stroh, daß letztere mit demselben vollständig bedeckt ist, genügen.

§. 64.

γ. Veränderungen des Schafdungs beim Liegen.

Wenn auch diätetische Gründe für das tägliche Herausschaffen des Düngers aus den Schafställen sprechen, so ist doch, wie bereits bemerkt, die landwirthschaftliche Praxis dagegen, indem nur wenige Wirthschaften jene Rathschläge befolgen. In den meisten Verhältnissen bleibt der Schafdung unter den Thieren längere Zeit liegen und wird dann in der Dungstätte nicht mit dem Dung der anderen Thiere vereinigt, sondern aus dem Stalle sogleich auf's Feld geschafft. Aus diesem Grunde scheint es mir hier geboten, die Beschaffenheit des alten Schafdüngers, soweit uns darüber Angaben vorliegen, gleich zu betrachten.

Ueber die Zusammensetzung eines alten Schafmistes verdanken wir Völker eine Analyse; freilich hat derselbe den Dung nicht in einem Alter untersucht, in welchem er gewöhnlich zur Anwendung gelangt, sondern im Alter von 3 Jahren.

Ein 3 Jahre alter Schafdung bestand nach den Untersuchungen von Völker aus:

	Im natürlichen Zustande:	getrocknet:
Wasser	73,66	—
[1]) Löslichen organischen Stoffen	2,70	10,25
Löslichen unorganischen Stoffen	2,66	10,09
[2]) Unlöslichen organischen Stoffen	9,95	37,78
Unlöslichen unorganischen Stoffen	11,03	41,88
	100,00	100,00
[1]) enthaltend an Stickstoff	0,157	0,590
[2]) " " "	0,470	1,790
in Summa	0,627	2,380
Im Dung an freiem Ammoniak	—	—
Ammoniak in Form von Ammoniaksalzen	0,034	0,129

Da 0,129 Ammoniak 0,106 Stickstoff enthalten, so macht die Gesammtmenge des Stickstoffs des trockenen, 3 Jahre alten Schafdungs 2,486 % aus.

Nach einer andern Untersuchung Völker's beträgt der Stickstoffgehalt des frischen Schafdüngers, wobei die Schafe neben Weide Wurzeln erhalten hatten, im trockenen Zustande 3,53 % (im frischen bei 73,13 % Wasser und 20,28 % organische Substanz 0,98 %).

Aus der Vergleichung der Analysen des frischen und alten Schafdungs ersehen wir, daß der alte Dung gegen 42 % Stickstoff und gegen 62 % organische Stoffe verloren hat.

Die Asche des 3 Jahre alten Schafdüngers bestand in 100 Theilen nach Völker aus Folgendem:

In Wasser löslich: 19,41 %	Lösliche Kieselsäure	5,95
	Unlösliche Kieselsäure	3,08
	Phosphorsaurer Kalk	4,21 (enthaltend 1,929 Phosphorsäure)
	Kalkerde	0,76
	Magnesia	1,28
	Kali	2,74
	Natron	0,61
	Chlornatrium	0,16
	Schwefelsäure	0,55
	Kohlensäure und Verlust	0,07
	Lösliche Kieselsäure	9,06
	Unlösliche Kieselsäure	50,61
	Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure	7,34
	(enthaltend an Phosphorsäure	4,07)
	Kalkerde	6,40
	Magnesia	2,32
	Kali	0,47
	Natron	0,40
	Schwefelsäure	0,95
	Kohlensäure und Verlust	3,04
		100,00

δ. Anwendung des Schafdüngers.

Wie bereits früher erwähnt, wird der Schafdung meistens für sich allein angewendet. Da derselbe ein wasserarmer und an Stickstoff reicher Dung ist, sich in Folge desselben schnell erwärmt und umsetzt, so wird er aus den bereits beim Pferdedung entwickelten Gründen auch mit größerem Vortheil auf kalten, thonigen und humosen, als auf warmen und leichten Bodenarten Anwendung finden. In Betreff des Weiteren verweise ich auch hier auf Kapitel V.

Kapitel III.

I. Behandlung des Düngers auf dem Hofe.

§. 65.

a. Allgemeines.

Aus den Ställen soll der Mist der Pferde, des Rindviehes und der Schweine auf die Dungstätte geschafft werden; der Schafmist dagegen wird, wie bereits angeführt, in den bei weiten meisten Fällen direct auf's Feld gefahren.

Wir sagten soeben, der Pferde-, Rindvieh- und Schweinemist soll aus den Ställen auf die Dungstätte gebracht werden; dies gilt zunächst von allen den Gütern, welche den Mist nicht Monate lang unter den Thieren liegen lassen, es gilt aber auch zum Theil von den Gütern, wo vor Allem der Rindviehmist Monate lang unter den Thieren liegen bleibt. Wenn nämlich der Mist auch längere Zeit im Stalle befindlich ist, so ist trotzdem der Landwirth nicht immer in der Lage, den Mist aus dem Stalle stets direct auf das Feld zu fahren und denselben dort normal zu behandeln. Wenn der Mist aus den Ställen, der Thiere oder anderer Gründe wegen, entfernt, aber noch nicht auf das Feld gebracht werden kann, und das Gut keine Dungstätte besitzt, so muß man auf dem Hofe, oder auf dem Felde Haufen bilden, wodurch, da diese in den meisten Fällen nicht rationell angelegt werden, bedeutende Verluste entstehen. Aus dieser Thatsache folgt unbedingt, daß jedes Gut eine Dungstätte besitzen muß.

Sehen wir uns aber in der landwirthschaftlichen Praxis um, so müssen wir leider constatiren, daß es noch sehr viele Güter, vor allen kleinere, giebt, denen die Dungstätte fehlt. Dies ist nicht nur in Gegenden der Fall, in denen die Kultur noch auf

niedriger Stufe steht, sondern merkwürdiger Weise auch in solchen, die man als auf wirklich hoher Stufe stehend bezeichnen kann, in Gegenden, die den Werth der künstlichen Dünger vollständig kennen; ich nenne hier unter andern nur die sächs. Oberlausitz.

Da nun die Dungstätte für jedes Gut thatsächlich unentbehrlich ist, so ist auch nicht dringend genug der Wunsch auszusprechen, daß das Fehlen einer normal angelegten Dungstätte zum Wohle des Ganzen und in's besondere der persönlichen Verhältnisse der Einzelnen nicht lange mehr statt haben möchte!

Die Aufgabe der Behandlung des Stallmistes auf der Dungstätte besteht darin, denselben vor Verlusten zu schützen, oder dieselben wenigstens so gering als möglich zu machen. Diese Verluste erleidet der Mist theils durch Ablaufen oder Eindringen von flüssigen Stoffen in den Grund der Dungstätte, theils durch Verflüchtigung gasförmiger Stoffe. Die Einrichtung der Dungstätte soll den Dünger vor Allem vor Verlusten an flüssigen Stoffen und die Behandlung desselben auf dieser vor Verlusten an flüchtigen Stoffen bewahren. Die hier in Betracht kommenden flüssigen Stoffe führen in der landwirthschaftlichen Praxis den Namen Jauche, auch Gülle, Pfuhl, Adel u. s. w. genannt. Bevor wir zur Besprechung der Art der Anlage einer Dungstätte und der Bedingungen, welche dieselbe zu erfüllen hat, übergehen, halte ich es für angezeigt, diese flüssigen Stoffe des Mistes, kurz die Jauche, erst näher zu kennzeichnen.

§. 66.

Die Jauche.

Unter Jauche versteht man diejenige Flüssigkeit, welche den Urin der Thiere als Hauptbestandtheil enthält und nach Durchsickern durch die festen Excremente und die Einstreu sich an den tiefer gelegenen Stellen des Standes der Stallungen oder der Düngerstätte ansammelt. Aus dieser Definition der Jauche geht bereits hervor, daß wir es hier nicht mit einer in der Zusammensetzung stets gleichen, sondern im Gegentheil in derselben sehr wechselnden Flüssigkeit zu thun haben. Der Urin unserer Hausthiere ist verschiedenartig, ebenso der derselben Thiere je nach der Ernährung. Die Beschaffenheit der Jauche hängt ferner davon ab, ob der Mist täglich aus dem Stalle entfernt wird, der Urin mit dem Miste also nur kurze Zeit in Berührung bleibt, oder ob Urin und Mist längere Zeit aufeinander einwirken können. Die im Stalle angesammelte Jauche, bei der das in derselben befindliche

Wasser nur aus den Excrementen stammt, muß ferner eine ganz andere Flüssigkeit sein als diejenige, welche sich im Jauchebehälter der Dungstätte ansammelt. Kann schließlich noch anderweitiges Wasser als das, was die Dungstätte direct durch die atmosphärischen Niederschläge erhält, zur Jauche im Jauchebehälter gelangen, so liegt wiederum eine andere und zwar noch weit verdünntere Flüssigkeit vor. Der Urin giebt bei seiner Berührung mit den Excrementen und der Einstreu an diese gewisse Stoffe ab, deren Menge und Beschaffenheit natürlich von der Länge der Berührung beider abhängig ist und nimmt anderseits im Miste löslich gewordene Stoffe auf.

Die folgenden Analysen mögen uns ein Bild von der Zusammensetzung der Jauche geben:

1. Nach den Untersuchungen von G. Kühn in Möckern, welche wir bereits p. 79 näher beschrieben haben, enthält die Jauche der I. (18tägigen) Versuchs-Periode und der II. (40tägigen) Periode:

	I.	II.
an Stickstoff . .	0,514 %	0,510 %
„ Phosphorsäure	0,026 „	0,030 „
„ Kali . . .	1,655 „	1,685 „

Der Jauchenbehälter bei I. zwei und bei II. 3 Mal entleert, bei I. sind darnach 2 und bei II. 3 Stickstoffbestimmungen gemacht worden, da dieselben nach jeder Entleerung vorgenommen wurden; die obigen Zahlen sind Mittel dieser Bestimmungen.

Die von Kühn untersuchte Jauche enthält nur das Wasser, was durch die Excremente zu derselben gelangt ist.

2. Liegen von Völcker zwei Analysen von Jauche vor.

A. Ist diejenige Flüssigkeit, welche von einem aus gut verrottetem Pferdedung, Dung von Mastthieren und Dung aus Schafhürden gebildeten Haufen abgelaufen war. Diese Flüssigkeit bestand aus der Flüssigkeit des Düngers und einem guten Theil Regenwasser; die Farbe derselben war dunkelbraun, sie war frei von Ammoniak und Schwefelwasserstoff, reagirte neutral und wurde beim Kochen, wodurch Ammoniak frei wurde, alkalisch; außer dem Ammoniak verflüchtete sich beim Kochen noch viel Kohlensäure, welche in der Jauche theils mechanisch, theils in Form von doppelkohlensauren Salzen enthalten ist.

B. Ist eine Flüssigkeit, welche von einem Dunghaufen, der aus frischem Pferde-, Kuh- und Schweinemist bestand, abgelaufen war; dieselbe ist noch dunkler, als die erstere, in den übrigen Eigenschaften derselben sehr ähnlich.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Gallone (= 4,543 Lit.); die in derselben enthaltenen Stoffe sind als Grains (15,431 Grs. = 1 Grm.) aufgeführt.

	A.	B.
Ammoniak durch Kochen ausgetrieben . .	36,25	15,13
„ in Form von Ammoniaksalzen	3,11	
Ulmin- und Huminsäure	125,50	—
Kohlensäure durch Kochen freigemacht . .	88,20	—
Andere organische Stoffe	142,60	711,81
(enthaltend an Stickstoff	3,59	31,08)
Latus . . .	399,25	758,02

	A.	B.
Transport . .	399,25	758,02
Lösliche Kieselsäure	1,50	9,51
Phosphorsaurer Kalk mit etwas wenig phosphorsaurem Eisenoxyd	15,81	72,65
Kohlensaurer Kalk	34,91	59,65
" Magnesia	25,66	9,95
Schwefelsaurer Kalk	4,36	14,27
Chlornatrium	45,70	107,82
Chlorkalium	70,50	60,64
Kohlensaures Kali	170,54	297,38
In einem Gallone somit . .	764,64	1357,74

Bei A. bedeutende Mengen von Salpetersäure, welche quantitativ nicht bestimmt sind, bei B. dagegen nur Spuren. Trotzdem, daß die Flüssigkeit in B. fast nochmal so concentrirt als die bei A., ist ihr Gehalt an Ammoniak doch ein wesentlich niedrigerer als der von A., demgemäß natürlich auch bei B. der in organischer Verbindung vorhandene Stickstoff bedeutend größer als bei A.

Unerklärlich erscheint mir der so wesentlich höhere Gehalt der Flüssigkeit B. an phosphorsauren Verbindungen gegenüber A.; der Dunghaufen, von dem A. abgelaufen, enthielt Schafdung, der von B. Schweinedung; der Urin beider Thierarten enthält Phosphorsäure, während der des Pferdes und Rindes keine oder nur Spuren hat. Man müßte im Gegentheil annehmen, daß der ältere Dünger mehr lösliche Phosphorsäure, entstanden durch die Zersetzung der festen Excremente, zeigen müßte, als der frischere.

Berechnen wir den Gehalt der Jauche an Nährstoffen auf Liter und Pfunde, so ergiebt dieselbe, daß bei A. 100 Liter 2,15 ℔ und bei B. 3,90 ℔ enthalten.

E. Peters hat ferner Urin und Jauche von Rindvieh untersucht, um dabei zugleich die Verschiedenheit dieser beiden Flüssigkeiten darzuthun. Der Urin war während eines Tages von 2 mit Erbsenschrot, Roggenfuttermehl, Kartoffeln, Heu und Häcksel ernährten Kühen aufgefangen; die Jauche war in einem ausgemauerten Jaucheloche angesammelt; sehr starke Streu von Roggenstroh; der Dünger lag 8 Zoll hoch; der Stall mit in Kalk gelegten Klinkern gepflastert. Die Untersuchung wurde im Winter ausgeführt; Stalltemperatur 8—9° R. Der Urin war gelb, die Jauche tief dunkelbraun gefärbt; beide Flüssigkeiten alkalisch. Die Analysen-Resultate sind die folgenden:

	Urin:	Jauche:
Specifisches Gewicht	1,0395	1,0282
Trockensubstanz	7,92%	5,32%
Organische Bestandtheile . .	5,09 "	3,66 "
Unorganische Bestandtheile . .	2,83 "	1,66 "
Stickstoff im Ganzen . . .	1,71 "	0,76 "
Stickstoff als Ammoniak . .	0,96 " *)	0,52 "

*) Hier wahrscheinlich ein Druckfehler, es muß wohl statt 0,96 0,06 heißen.

Aschenbestandtheile:

	Urin:	Jauche:
Kali	1,45%	0,26%
Natron	0,82 "	0,36 "
Kalk	0,02 "	0,08 "
Magnesia	8,03 " *)	0,05 "
Phosphorsäure	Spuren	0,06 "
Schwefelsäure	0,10 "	0,28 "
Chlor	0,41 "	0,28 "
Kieselsäure	0,05 "	—

Es darf hier nicht unbemerkt gelassen werden, daß die Vergleichung der Zusammensetzung des Urins und der Jauche sehr auffallende Thatsachen bringt. Die Jauche muß, wenn auch aus der Beschreibung der Art der Ansammlung derselben nicht hervorgeht, ob das Jauchenloch im Stalle oder außerhalb desselben war, durch Zufluß von Wasser nicht unwesentlich verdünnt worden sein. Dies beweisen die Zahlen für die Trockensubstanz und für die Menge der unorganischen Stoffe. Der Urin hat ferner einen außergewöhnlich hohen Stickstoffgehalt; Boussingault fand 0,44% und Henneberg und Stohmann im Mittel der p. 38 citirten Versuche 0,572%. Auffallend ist weiter die große Differenz im Kaligehalte des Urins und der Jauche, sowie daß die Basen, welche lösliche Salze bilden, so bedeutend verringert, während diejenigen, deren Salze mehr unlöslich, vermehrt sind. Bei einer in Pommritz ausgeführten Untersuchung wurden in einer Jauche bei einem Gesammtstickstoffgehalte von 161% noch 0,579% Kali gefunden. Ich kann daher nicht annehmen, daß beide Analysen in Wirklichkeit die Verschiedenheit zwischen Urin und Jauche in characteristischer Weise vorführen.

Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Jauche zersetzen sich, wie bereits früher besprochen, sehr schnell, weshalb auch die Jauche in kurzer Zeit vergohren ist. Nach Neßler dauert die Gährung im Sommer 12—16 Tage, im Winter etwas länger. Die Ventilation der Frage, ob die Jauche vergohren oder frisch verwendet werden soll, ist daher auch ziemlich irrevelant, da die Jauche wohl selten im frischen Zustande zur Verwendung gelangt; daß letzteres, wenn es einmal statt finden sollte, aber keine nachtheilige Wirkung haben kann, geht daraus hervor, daß die organischen stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben nach den Versuchen von Hampe, W. Wolf u. A. m. ebenfalls von den Pflanzen als Nährstoffe aufgenommen werden können. Bei der Verwendung der Jauche ist noch zu berücksichtigen, daß dieselbe nicht zu concentrirt, d. h. nicht ohne Verdünnung mit Wasser zur directen Düngung benutzt werden darf. In der gewöhnlichen landwirthschaftlichen Praxis ist die Jauche in der Regel in einem solchen Verdünnungszustande, daß sie ohne weiteres zu verwenden ist, ja sie kann bei schlechter Einrichtung der Dungstätte und des Jauchebehälters so verdünnt sein, daß sie unter Umständen die Kosten des Ausfahrens

*) Hier muß sicherlich statt 8,03 : 0,03 gelesen werden.

kaum trägt. So fand Peters in einer braunen Mistjauche aus einer bäuerlichen Wirthschaft, wo das von den Dächern abfließende Regenwasser in die Jauchengrube fließen konnte, nur 0,016% Stickstoff und 0,008% Kali.

Ueber das Verhalten der Winterkälte gegen Jauche liegen einige interessante Versuche von Neßler vor, deren Resultate hier kurz angeführt zu werden verdienen.

Neßler ließ 850 Cc. Jauche in einem gedeckten Gefäße bei — 4 bis 6° R. im Freien. Nachdem eine Eisdecke auf der Jauche entstanden war, wurde die darunter befindliche Flüssigkeit abgegossen: diese war = 394 Cc. Beim Schmelzen des Eises wurden ferner die ersten 278 Cc. für sich gesammelt; der Rest des Eises ergab noch 168 Cc. Flüssigkeit. Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen:

	Specifisches Gewicht	In 100 Theilen Trockensubstanz	Ammoniak
Letzte Flüssigkeit von Eis	1,0147	1,54	0,498
Ursprüngliche Jauche .	1,0295	2,56	0,875
Erster Abguß	1,0135	1,42	0,529
Zweiter Abguß . . .	1,0018	0,24	0,095

Aus seinen Versuchen folgert Neßler:

1. Von gefrorener Jauche verflüchtet sich nicht mehr, sondern weniger Ammoniak als von nicht gefrorener.

2. Bei dem Gefrieren der Jauche ist die zurückbleibende Flüssigkeit viel reicher an Ammoniak und Aschenbestandtheilen als das sich bildende Eis. Die von gefrorener Jauche zuerst ablaufende Flüssigkeit kann 8—9 mal mehr werth sein als die ursprüngliche Jauche.

Die Anwendung dieser Resultate auf die landwirthschaftliche Praxis braucht sicherlich durch weitere Worte nicht illustrirt zu werden.

Die obigen Zahlen beweisen den außerordentlich hohen Werth der Jauche ohne jegliches Commentar. Es kann daher nicht oft genug wiederholt werden, daß der Landwirth bei der Behandlung und Bereitung des Düngers sein Augenmerk auf Erhaltung der Jauche zu richten hat, und daß er durch Fortlaufenlassen dieser ganz außerordentlichen Schaden erleidet, der sich bei irgendwie größeren Wirthschaften auf Hunderte von Mark jährlich erstrecken kann; daher vor Allem Erhaltung der Jauche!

Nachdem wir jetzt die Jauche näher kennen gelernt haben, können wir zu unserer früheren Besprechung „der Behandlung des Düngers auf dem Hofe“ zurückkehren, um darzulegen, wie die Dungstätte beschaffen sein muß, damit der Stallmist auf derselben lagernd, vor Verlusten an löslichen Stoffen geschützt werde.

§. 67.

Die Dungstätte.

Eine rationell angelegte Dungstätte muß folgenden Bedingungen entsprechen:

1. Grund der Dungstätte.

a. Bei der Anlage einer Dungstätte ist das Hauptaugenmerk auf die Beschaffenheit des Grundes derselben zu richten; der Grund der Dungstätte muß ein undurchlassender sein, weil, wenn dies nicht der Fall, die Verluste, welche durch Filtration der löslichen Stoffe in den Untergrund entstehen, unberechenbar sind. Den Werth der löslichen Stoffe hat die vorherige Betrachtung der Jauche kennen gelehrt: wir haben gesehen, daß die löslichen Stoffe für die directe Wirkung die werthvollsten sind, weshalb auch der Dünger als solcher durch die Verluste, welche an diesem stattfinden, in geringerem oder höherem Grade an Werth verringert werden muß.

Den Verlusten an löslichen Stoffen ist, wie bereits bemerkt, zunächst nur durch einen undurchlassenden Grund der Dungstätte vorzubeugen.

Man hört zwar vielfach von Landwirthen, daß die Verluste, welche durch Eindringen in den Grund der Dungstätte entstehen, nicht erheblich seien, da die Erdschicht sehr bald, nachdem sie sich mit Flüssigkeit getränkt habe, völlig undurchlassend werde; dies kann jedoch nur der Fall sein, wenn der Grund aus einer durchaus bindigen Thonschicht besteht; sobald aber sandiger Thon u. s. w. den Boden der Dungstätte bildet, wie dies so oft vorkommt, beträgt die Schicht, in die die Jauche filtrirt, nicht mehr Centimeter, sondern einen Meter und mehr.

Ich erinnere hierbei nochmals an meine Versuche in einem mit Steinen gedämmten Rindviehstalle, in dem die Erde, welche aus einer Tiefe von fast 2 Meter geholt, noch vollständig mit Jauche getränkt war.

Als weiteren Beweis für die Verluste, welche durch nicht undurchlassenden Grund der Dungstätte entstehen, führe ich die interessanten Untersuchungen von Ritthausen von dem Boden einer alten Dungstätte an.

Der Boden der Dungstätte, eine lehmige Erde, nahm an der Luft nach längerem Liegen die Farbe der Blaueisenerde an. Eine aus fast 1 Meter Tiefe (3 preuß. Fuß) entnommene Probe ergab in 100 Theilen folgende Zusammensetzung:

Wasser	2,25
Organ. Stoffe	2,12
Sand und Thon	88,80
Kieselerde	1,92
Eisenoxyd	2,04
Thonerde	1,21
Kalkerde	0,17
Magnesia	0,58
Kali	0,69
Natron	0,06
Phosphorsäure	0,49

Unter der Annahme, daß $^3/_4$ der Phosphorsäure und $^1/_2$ des Kali's aus dem Miste stamme, eine Annahme, die nach dem bekannten Gehalte der Böden an diesen beiden Nährstoffen eine gewiß berechtigte ist, berechnet Ritthausen bei einer Größe der Dungstätte von 492,5 Quadratmeter Fläche und bei einer Tiefe der infiltrirten Schicht von nur 3 preuß. Fuß (0,9416 m) den Verlust

an Phosphorsäure zu 3600 Kilo
an Kali zu 3000 Kilo.

Wo der Boden der Dungstätte nicht aus reinem Thonboden besteht, was wohl in den meisten Fällen nicht annehmbar sein wird, muß derselbe undurchlassend gemacht werden. Dies ist allein durch Ausmauerung des Bodens entweder mit behauenen Bruchsteinen, welche durch Cement verbunden werden, oder mit Ziegelsteinen (Klinkern), welche hochkantig in Cement gelegt werden, möglich.

Erwägt man hierbei, daß die einfache Pflasterung pro Quadratmeter 1 Mark 50 Pf. kostet, während dagegen die Kosten der Ausmauerung mit Mauersteinen, hochkantig, in Cement gelegt, nur 4 Mark 33 Pf. pro Quadratmeter betragen, und diese den Dung vollständig vor Verlusten an löslichen Stoffen schützt, was bei jener der Fall durchaus nicht ist, so muß dies sicherlich der Ausmauerung das Wort reden.

Ich bemerke hier noch, daß die Ausmauerung mit Ziegelsteinen, welche in jeder Beziehung den Anforderungen genügt, wesentlich billiger ist, als die mit behauenen Bruchsteinen, wenn nicht besondere örtliche Verhältnisse diese Steine sehr billig herstellen lassen, weshalb denn auch jene dieser vorzuziehen ist.

§. 68.

2. Lage in Betreff der Ställe.

Die Dungstätte muß den Viehställen so nahe wie thunlich liegen, damit sowohl der Transport des Düngers aus den Ställen zu derselben so wenig Zeit als möglich in Anspruch nehme, und

bei diesem Transporte kein Verlust an Dünger eintrete, oder wenigstens auf das gerinste Maß reducirt werde, dann aber auch, damit die von den Einstreu-Materialien nicht absorbirte Jauche, wenn dieselbe direct in den Jauchenbehälter der Dungstätte geleitet wird, einen kurzen Weg zu derselben zurückzulegen hat, um so einerseits Verluste an derselben und anderseits Kosten bei der Röhrenleitung zu ersparen.

3. Tiefe der Dungstätte.

Ein Hauptaugenmerk bei der Anlage der Dungstätte muß ferner auf die Tiefe derselben gerichtet werden; dieselbe darf nämlich nicht mehr als 1—1¼ Meter betragen, weil bei größerer Tiefe Nachtheile für den Dung und auch anderer Art eintreten. Ist nämlich die Tiefe eine größere, als die angegebene, so daß also der Dung höher als 1—1¼ Meter zu liegen kommt, so wird sich die Dungmasse um so mehr erwärmen und in Folge dessen schnellere Zersetzung eintreten, welche stets mit Verlusten verbunden ist. Ferner erschwert eine tiefer angelegte Dungstätte das Herausschaffen des Düngers aus derselben.

4. Gefäll der Dungstätte.

Die Dungstätte muß ferner ein Gefäll haben, und zwar entweder nach der Mitte, oder nach der einen Seite, resp. Ecke hin, damit die Jauche dahin sickern und sich daselbst ansammeln kann. An diesem tiefsten Punkte ist ein Jauchenbehälter zur Aufnahme der Jauche anzubringen. Dieser Jauchenbehälter dient zugleich zur Aufnahme des von den Einstreu-Materialien in den Ställen nicht aufgesogenen Urins. Sollte Letzteres jedoch wegen der Lage der Ställe und der Dungstätte nicht gut thunlich sein, so thut man gut, einen zweiten Jauchenbehälter in der Nähe der Ställe anzubringen. In dem Jauchenbehälter ist die Jauche wie wir dies später sehen werden, am besten der ihr nothwendigen Behandlung zu unterwerfen. In dem Jauchenbehälter muß ferner eine Pumpe angebracht werden, damit die Jauche bequem aus demselben herausgeschafft werden kann, um sie entweder zur Anfeuchtung des Düngers, was in der trockenen Jahreszeit durchaus nothwendig ist, oder für sich zu verwenden. Eine Pumpe mit Druckwerk hat sich hier als die beste erwiesen.

§. 69.

5. Geschütztsein der Dungstätte.

Die Dungstätte muß eine möglichst geschützte Lage haben, denn sie muß sowohl gegen das Eindringen von Wasser von außen her, als auch gegen die directen Sonnenstrahlen geschützt sein.

a. Schutz gegen das Eindringen von Wasser.

Zur Dungstätte darf nur das Wasser gelangen, was in Form der atmosphärischen Niederschläge direct auf sie fällt. Alles andere Wasser dagegen, welches sich auf dem Hofe durch die atmosphärischen Niederschläge oder auf irgend eine andere Art sammelt, muß von ihr abgehalten werden. Dies ist aus folgenden Gründen nothwendig:

α. Der Dünger wird zu feucht und so trotz guten Untergrundes zu leicht durch das Wasser ausgelaugt, wodurch er Verluste erleidet, welche sich so leicht durch Zahlen nicht ausdrücken lassen.

β. Bei zu feuchter Beschaffenheit des Düngers tritt eine sogenannte kalte Fäulniß ein, durch die saure Humussubstanzen, welche der Vegetation schädlich sind, erzeugt werden. Ferner wird beim Faulen unter Wasser auch am meisten von dem in organischer Verbindung ursprünglich vorhandenen Stickstoff in Form von Stickstoff frei, welcher dem Dünger vollständig verloren geht.

γ. Durch das aus allen möglichen Quellen zur Dungstätte sich hinbegebende Wasser wird die Dungmenge unnöthiger Weise vermehrt, und so das Fortschaffen derselben auf's Feld unsinnig vertheuert.

Um die Dungstätte in der gedachten Weise zu schützen, ist eine niedrige Umfassungsmauer von wenigstens $^1/_3$—1 Meter, noch besser sind $1^1/_4$ Meter durchaus nothwendig.

Gegen diese Bedingung, welche zu den wichtigsten gehört, und ohne die oft ganz unberechenbare Verluste entstehen, wird von Seiten der Landwirthe so außerordentlich gefehlt. Man kann leider nur zu oft wahrnehmen, daß absichtlich die Dungstätte zum Sammelorte allen möglichen Wassers des Hofes gemacht wird, und daß dann das hier in großen Quantitäten angesammelte Wasser, nachdem es den Dünger gründlich ausgelaugt und seine Zersetzung in mehrfacher Hinsicht zu einer unnormalen gemacht hat, durch Ziehung von Gräben in irgend ein Wasser geleitet wird, um so vielleicht nach vielen Jahren den Nachkommen

oder sonst den nächsten oder entfernteren Nachbarn zu Gute zu kommen.

Gegen diese grenzenlose und unverantwortliche Verschwendung ist schon viel geschrieben und gesprochen worden, und doch kann man sie auf so viel Gütern beobachten, ja auf Gütern, deren Besitzer sonst im Rufe gediegener Landwirthe stehen. Würde man im Stande sein, dem Landwirthe, direct in Mark ausgedrückt, ohne jede Worte den Schaden zu zeigen, welchen er so erleidet, so würde diese Verschwendung sicherlich sehr bald aufhören. Das Raisonnement wirkt leider für sich sehr wenig. Die landwirthschaftlichen Vereine schreiben Prämien der verschiedensten Art aus; möchten sie doch auch Prämien für die bestimmen, welche ihre Dungstätten den Erfordernissen gemäß angelegt haben. Diese Art von Prämien würden weit mehr Nutzen gewähren, als manche der bis jetzt ausgeschriebenen, indem sie einen sehr wunden Fleck der Wirthschaft im Mark träfen.

b. Schutz gegen die directen Sonnenstrahlen.

§. 70.

Die directe Einwirkung der Sonne auf die Dungstätte muß so viel wie möglich abgehalten werden, weil diese im Sommer eine Erwärmung und Austrocknung des Düngers zur Folge hat, was beides eine zu schnelle Zersetzung verursacht, welche stets mit Verlusten verbunden ist. Den Schutz gegen die direct auffallenden Sonnenstrahlen kann man bewirken:

α. Durch Umpflanzung

der Dungstätte mit schnell wachsenden und sich dicht belaubenden Bäumen. Nach Lenné sind die einzigen Bäume, deren Wurzeln die Nähe der Düngergrube ertragen und die darunter nicht leiden, zwei Pappelarten, nämlich die weiße Pappel (populus alba) und die graue Pappel (populus canescens). Diese Bäume dürfen aber der Dungstätte ebenfalls nicht zu nahe gepflanzt werden, weil ihre Wurzeln sonst leicht den Rand derselben durchbrechen und dann wegen zu concentrirter Nahrung zu Grunde gehen.

Ist eine Dungstätte mit derartigen Bäumen umgeben, so erhält sie gegen die Sonnenstrahlen den nöthigen Schutz; zugleich bieten diese Bäume in ästhetischer Hinsicht den Vortheil, daß sie dem Auge die Dungstätte nicht in ihrer nackten Gestalt zeigen.

§. 71.

β. Bedachung der Dungstätte.

Um die Dungstätte sowohl gegen die Wirkungen der Sonnenstrahlen als auch gegen das Regenwasser zu schützen, ist von mehreren Seiten, und zwar, so viel mir bekannt, zuerst von England aus, eine Ueberdachung derselben vorgeschlagen worden.

Eine Ueberdachung hat unbestreitbar mancherlei Vortheile für den Dung, ob aber diese die Kosten der Ueberdachung übertreffen oder wenigstens, was allerdings schon genügen würde, dieselben parallelisiren, möchte ich bezweifeln. Meiner Ansicht nach ist eine Dungstätte hinreichend geschützt, wenn sie eine ordentliche Umfassungsmauer hat und mit den oben genannten Bäumen umpflanzt ist.

Die Vortheile der Ueberdachung bestehen in Folgendem:

α. Der Dung hat eine gleichmäßigere Feuchtigkeit, was eine gleichmäßigere Zersetzung desselben zur Folge hat.

β. Der Dung wird durch das Regenwasser nicht unnöthig in seinem Volumen vermehrt.

Die Nachtheile der Ueberdachung bestehen:

α. In dem wesentlichen Kostenpunkte: wenn dieselbe dauerhaft sein soll, kann sie fast ebenso viel, als die ganze andere Anlage der Dungstätte kosten. Die Kosten bestehen ferner nicht nur in der ersten Anlage, sondern in fortlaufenden Reparaturen.

β. Der Dung ist an und für sich zu trocken und trocknet dann um so leichter in den warmen Sommermonaten aus, was ein viel öfteres Anfeuchten desselben, als es sonst erforderlich wäre, nothwendig macht.

Versuche, welche in England über die Wirkungsweise von Dung in überdachter und in nicht überdachter Dungstätte aufbewahrt, angestellt sind, haben für den in überdachten Dungstätten präparirten Dünger wenigstens theilweise keinen bedeutenden Vortheil ergeben.

80,000 Kilogr. Dünger von einer überdachten Dungstätte brachten einen Ertrag an Turnips in den Wurzeln zu . . . . 56513 Kilogr.
80,000 Kilogr Hofdünger dagegen . . . . 55426 „
Der in überdachter Dungstätte erzielte Dünger also nur 1087 Kilogr. mehr.

Bei einem zweiten Versuche ergab der erstere 64220 Kilogr. Wurzeln
und der Hofdünger . . . . 64045 „ „
hier also nur ein Plus von . . . . 175 „ „

Ein anderer in England von R. S. Skirving angestellter Versuch spricht indeß mehr zum Vortheil der Ueberdachung. Der Versuch war folgender:

Der Dünger von je 6 Rindern, welche gleichmäßig mit Rüben und in den letzten 6 Wochen noch mit Leinkuchen ernährt worden waren, wurde je für sich in der Art behandelt, daß der der einen Abtheilung dem Regen vollständig ausgesetzt wurde, während der andere vor demselben durchaus geschützt war. — Die Streumenge natürlich ebenfalls in beiden Abtheilungen dieselbe.

Mit diesem Dünger wurden je 3 Morgen (0,766 Hect.) eines leichten Lehmbodens von guter Qualität gedüngt, und außerdem noch fernere 1½ Morgen (0,383 Hect.) mit dem Dünger von der offenen Dungstätte und Guano und Knochenmehl. Die ganze Versuchsfläche war eine möglichst gleichartige. Versuchspflanze war Kartoffel, welche am 12. April gelegt wurde.

Versuchsfeld I. hatte 20 Tonnen (20000 Ko.) offenen Hofdünger
" II. " 20 " (20000 ") bedeckten "
" III. " 10 " (10000 ") offenen "
und 125 Ko. Guano und 125 Ko. Knochenmehl erhalten.

Die Felder hatten während des Sommers ein gutes Aussehen, jedoch zeichnete sich II. und III. durch üppigere Kraut- und Blattenfaltung vor I. aus. Die Ernte erfolgte am 1. November und ergab folgende Resultate:

Bei I. 24674,6 Ko. pro Hect.
" II. 29137,5 " " "
" III. 29270,7 " " "

Als Nachfrucht diente Weizen*), hier wurden erzielt:

bei I. 876,5 Ko. gute Körner
und 54,5 " schlechte "
" II. 1006,5 " gute "
und 76,0 " schlechte "
" III. 920,5 " gute "
und 54,5 " schlechte "

Diese der Ueberdachung so sehr das Wort redenden Zahlen scheinen mir indeß nur mit großer Vorsicht aufgenommen werden zu dürfen; denn es ist wohl schwer ersichtlich, weshalb der gewöhnliche Hofdünger erst durch Zusatz einer kräftigen Guano- und Knochenmehldüngung in seiner Wirkung dem bedachten Dünger gleichgekommen ist, wenn nicht mit der Ueberdachung für den Dünger noch andere Vortheile, als die eigentlich damit beabsichtigten, verbunden gewesen sind.

Die Ueberdachung kann ja nur die Zersetzung regeln und dadurch den Dünger auf der Dungstätte erhalten, so daß derselbe an humusbildenden Stoffen und an Stickstoff reicher bleibt, als der nicht bedachte. Weshalb hier aber erst eine Unterstützung von Guano und Knochenmehl, zwei Hülfsdüngern, die zusammen die

*) Der Weizen hatte im Winter gelitten und so waren zur Gewichtsbestimmung der Ernte kleinere Flächen ausgeschnitten.

sämmtlichen Pflanzennährstoffe (allerdings und zwar vor Allem das Kali nicht in der erforderlichen Menge) enthalten, den Ertrag durch den offenen Hofdünger gleich dem des bedeckten Düngers gemacht, ist nur dadurch erklärlich, daß der offene Dünger zugleich auch durch den Regen ausgewaschen worden ist. Somit zeigt uns jener Versuch nicht den Unterschied in der Wirkung des offen und bedeckt gewesenen Stalldüngers, sondern eines mehr oder weniger ausgelaugten und eines hiervor geschützten Düngers; aus diesem Grunde ist er nicht beweiskräftig für das, was er beweisen soll.

Das muß auch dem von Lord Kinnaird in ähnlicher Weise angestellten Versuche nachgesagt werden.

Der Dung einer Anzahl junger Mastochsen wurde in bedecktem Stalle und auf der offenen Dungstätte angesammelt. Futter und Einstreu bei jeder Abtheilung gleich. Der Boden war ein gleichartiger milder Lehm; Versuchspflanze im ersten Jahre Kartoffel, im zweiten Jahre Weizen, der noch im Frühjahr eine schwache Kopfdüngung von Guano erhielt. Die Ernte ergab pro Hectar:

		bei Mist von offener Dungstätte: Ko.	bei Mist aus dem bedeckten Stalle: Ko.
1851.	Kartoffeln, an Knollen	18662,6	28747,8
1852.	Weizen, an Körnern	3152,9	8107,4
	" " Stroh	4190,8	11573,6

§. 72.

6. Größe der Dungstätte.

Die Größe der Dungstätte richtet sich nach der Viehart, der Viehzahl, der Zeit, welche der Dung in derselben verbleiben soll, also wie oft derselbe im Jahre ausgefahren wird, und nach der Fütterung. Da in einem späteren Kapitel die Berechnung der Menge des von den einzelnen Thieren erzielten Dungs erfolgen wird, so muß in Betreff derselben dahin verwiesen werden.

§. 73.

7. Kostenberechnung und Plan einer Dungstätte.

Wenn wir so in dem Obigen versucht haben, die Bedingungen, welche an eine gute, allen Bedürfnissen entsprechende Dungstätte zu stellen sind, zu kennzeichnen, so wird es anderseits auch erforderlich sein, die Kosten, welche die Anlage einer solchen Dungstätte verursacht, darzulegen, sowie den Plan zu einer solchen zu geben.

Nachstehenden Plan und Kostenanschlag hatte auf meine Bitte Herr Baumeister Kinzel von der Waldauer Dungstätte, welche von ihm 1865

erbaut ist, zu entwerfen die Güte, und sind beide von Herrn Architekten A. Otto in Bautzen in die heutigen Maße, Preise der betreffenden Materialien und Arbeitslöhne freundlichst umgesetzt worden.

Als Erläuterung sei Folgendes vorausgeschickt. Die Waldauer Dungstätte ist für den Dung des Kuh- und Kälberstalls bestimmt, welcher circa 70 Haupt umfaßt. Der Dung wird wenigstens alle zwei Monate ausgefahren.

Der nachfolgende Anschlag ist in 2 Abtheilungen zerlegt, von denen die erste die Kosten für den Unterbau nebst der Umfassungsmauer, und die zweite die für die Ueberdachung darthut.

Die Sohle (A) (Tafel I) der Dungstätte hat von beiden Giebelseiten Gefälle nach der Mitte hin; das an der Langseite, wo die Dungstätte 0,55 m tief ist, an welcher sich die Güllengrube befindet, beträgt 0,25 m, das der gegenüberliegenden Seite, hier die Dungstätte 0,40 m tief, 0,16 m auf 3,75 lauf. Meter; hierdurch wird in der Mitte eine Neigung der Sohle nach der Güllengrube hin von 0,16 m erzielt. Zur bequemen Ein- und Ausfuhr sind im Sohlenpflaster an den Thoren der Stätte kleine Rampen (B) angelegt. Die Sohle nebst Rampen ist im mittleren 6,90 m breiten Theil, welcher allein von Wagen befahren werden soll, in Kantpflaster, in allen übrigen Theilen, sowie in der Sohle der Güllengrube in flachem Pflaster von scharf gebrannten Ziegelsteinen ausgeführt, dessen weite, nach oben offene Fugen mit Portland-Cementmörtel verdichtet sind. Ganz ebenso sind die Fugen des Mauerwerks behandelt, welches mit dem Dünger oder der Gülle in Berührung kommt. Nach dem Austrocknen sind die Flächen ferner mit einem sättigenden Anstriche von heißem Asphalte versehen worden. Das nach Außen sichtbare Mauerwerk ist mit grau gefärbtem Kalkmörtel gefugt.

Die Güllengrube (C), 3,75 m lang, 1,6 m breit und 1,6 m tief, ist durch eine 0,08 m, mit 0,015 m Durchbohrungen versehene Bohlendecke vor Verunreinigungen geschützt und dadurch der Raum darüber zur Ablagerung von Dünger nutzbar gemacht. Ueber der Grube befindet sich ein einfaches Gerüst, welches eine Kettenpumpe trägt, durch welche die Grube entleert werden kann.

In der Umfassungsmauer (D), welche 1,41 m hoch ist, befinden sich Verstärkungspfeiler (E), zwischen denen Einhängebäume (F) angebracht sind, welche das zum Festtreten des Düngers auf die Dungstätte getriebene Vieh daselbst zurückhalten. Diese Verstärkungspfeiler werden bei der Ueberdachung um 1,25 m erhöht und dann diese durch einfache Hängeböcke bewirkt, auf denen 6 Dachpfetten befestigt sind, welche vermittelst schwacher Sparren die gespundete Verschalung für das Pappdach tragen. Soll keine Ueberdachung angebracht werden, so können die Verstärkungspfeiler fortfallen.

Die Länge der ganzen Dungstätte beträgt 20,0 m, die Breite 10,7 m, somit die bebaute Fläche 214,0 □m, welche bei einer Tiefe von 1,25 m eine Dungmasse von 267,5 Cm aufnehmen kann.

Sätze	Gegenstand der Rechnung.	Im Einzelnen		In Summa	
		Mark	₰	Mark	₰
	I. Abtheilung: Der Unterbau.				
	1. Erdarbeiten.				
132,00	Kbm. Gründungsmasse auszuheben und bis auf 50,00 m Entfernung zu transportiren und einzuplaniren	—	60	79	20
	2. Maurerarbeiten.				
	a. Arbeitslohn.				
44,50	Kbm. Bruchsteinmauerwerk in Kalkmörtel ohne Zwicker in den sichtbaren Theilen und in gutem Verbande auszuführen, incl. Behauen der Steine	3	50	155	75
31,20	Kmb. Ziegelmauerwerk in regelrechtem Kreuzverbande von scharf gebrannten Ziegeln in Kalkmörtel	3	—	93	60
28,20	Qm. obere Abdeckung der Mauern mit scharf gebrannten Ziegeln in Cement	1	—	28	20
39,50	Lfd. m einfaches Gesims an der Umfassungswand	—	50	19	75
127,80	Qm. Kantpflaster aus scharf gebrannten Ziegeln in dem mittleren 6,90 m breiten Raume der Düngerstätte, incl. der beiden Rampen nach vorgeschriebenem Gefälle in Kalkmörtel	—	50	63	90
48,60	Qm. flaches Ziegelpflaster an den beiden Seiten der Dungstätte, incl. der Güllengrube wie oben	—	30	14	58
60,50	Qm. Bruchsteinpflaster um die Düngerstätte 1,00 m breit, mit 0,08 m Gefälle in 0,10 m Sandbettung	—	50	30	25
263,50	Qm. innere sichtbare Mauer der Pflasterflächen, welche von Dünger und Gülle berührt werden, die Fugen 0,05 m tief auszukratzen, zu netzen und mit Cement auszugießen	—	30	79	05
89,20	Qm. äußere sichtbare Mauerfläche mit dunkel gefärbtem Kalkmörtel zu fügen	—	30	26	76
6	Stück Mauerhaken für die beiden Thüren einzulegen und einzuhauen	—	50	3	—
18	Stück Oesen für die Einhängebäume wie vor.	—	50	9	—
263,50	Qm. innere sichtbare Mauerfläche nach dem Trocknen zwei mal mit heißem Asphalt bis zur vollständigen Sättigung zu streichen	—	10	26	35
	Für Vorhalten der Geräthschaften 3% vom Arbeitslohn			18	88

Sätze	Gegenstand der Rechnung.	Im Einzelnen Mark	Im Einzelnen ₰	In Summa Mark	In Summa ₰
	b. Materialien.				
70,00	Kbm. Bruch- und Pflastersteine	2	50	175	—
20000	Stück scharf gebrannte Mauerziegel . . .	33	—	660	—
65,00	Hectol. gebrannten Kalk	2	80	182	—
8	Tonnen Portlandcement	16	—	128	—
40	Kbm. Mauersand	2	—	80	—
3	Hectol. Steinkohlenmehl zum Färben des Mörtels	1	50	4	50
2	Tonnen Steinkohlentheer	10	—	20	—
4	Ctr. Asphalt	10	—	40	—
	3. Zimmerarbeiten.				
	Arbeitslohn.			36	—
0,600	Kbm. kiefernes Kantholz	36	—	21	60
32,00	Lfd. m 0,08 m starke, 0,25 m breite kieferne Bohlen	—	75	24	—
17,00	Lfd. m 0,04 m starke, 0,25 m breite kieferne Dielen	—	40	6	80
33,00	m Latten 0,04×0,08 m	—	07	2	31
56,00	m Rundlatten 0,08 m stark zu den 16 Einlagebäumen	—	08	4	48
2	Schock Nägel	—	50	1	—
	4. Schmiedearbeiten			38	50
	5. Pumpenbauerarbeit (eine Kettenpumpe von 0,40 m Hebhöhe zum Ausschöpfen der Gülle mit allem Zubehör			100	—
	6. Insgemein			27	54
	Summa: Kosten des Unterbaues			2200	—
	II. Abtheilung: Die Ueberdachung.				
	1. Maurerarbeiten.				
	Arbeitslohn für die Aufführung der Pfeiler (7,2 Kbm.) Fugen u. s. w.			36	—
	Materialien (2300 Stück Ziegel, 4,50 Hectol. Kalk, 2,20 Kbm. Sand, 0,60 Hectol. Steinkohlenmehl			93	80
	2. Zimmerarbeiten.				
	Arbeitslohn			285	—
	Materialien (12 Kbm. kiefernes Verbandholz, 330,0 □m theils 0,16 m, theils 0,24 m breite kieferne Bretter à 80 ₰, 70 Stück Sparrennägel à 10 ₰, 6 Tausend Drahtnägel à 5,00 Mark			733	—

Sätze	Gegenstand der Rechnung.	Im Einzelnen		In Summa	
		Mark	₰	Mark	₰
	3. Schmiedearbeiten			59	50
	4. 276,00 Qm. Pappdach, incl. der Bekleidung der Trauf- und Giebelkanten auf dreieckigen Leisten mit starker Dachpappe einzudecken, mit Asphalt gut zu streichen und mit heißem Kies abzusanden und zu ebnen, incl. des Materials			331	20
	5. Insgemein			31	50
	Summa: Kosten der Ueberdachung			1570	—

Somit belaufen sich die Kosten für 1,00 Quadratmeter bebauter Fläche beim Unterbau auf 10 Mark 28 Pf. und bei der Ueberdachung auf 7 Mark 34 Pf.

II. Die Veränderungen, welche der Mist auf der Dungstätte erleidet.

§. 74.

1. Allgemeines.

Auf der Dungstätte sind die festen und flüssigen Excremente unserer Hausthiere und zwar meistens die des Pferdes, Rindes und Schweines, sowie die Einstreu-Materialien befindlich. Zweck des Liegenlassens des Düngers auf der Dungstätte in Hinsicht auf diesen ist die Gewinnung einer gleichmäßigeren Masse, welche eine größere Menge löslicher organischer, sowie unorganischer Stoffe enthält. Diese Aufgabe wird einerseits durch sorgfältige Mischung der Dünger der einzelnen Thiere und anderseits durch zweckentsprechende Behandlung erzielt.

Fassen wir hier zunächst die Veränderungen in's Auge, welche mit dem Miste auf der Dungstätte vor sich gehen und deren Folge die schnellere Wirkung eines solchen Mistes ist, so ist hierüber Folgendes anzuführen:

Die genannten Veränderungen können natürlich nur dadurch bewirkt werden, daß in dem Dünger gewisse Prozesse vor sich gehen, oder mit anderen Worten, daß derselbe bestimmte Zersetzungen durchmacht.

§. 75.

2. Verschiedene Zersetzungsfähigkeit der einzelnen Bestandtheile des Düngers.

Die Bestandtheile des Dungs, die Excremente und die Einstreu bestehen, wie wir gesehen haben, aus verschiedenen Körpern; für unseren Zweck sind natürlich hier zunächst nur die organischen von Wichtigkeit; diese zerfallen in zwei Hauptgruppen, in stickstoffhaltige und stickstofffreie, welche wir bei der Betrachtung der Zersetzungen, welche im Dünger vor sich gehen, trennen müssen. Die stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheile, und zwar vor Allem die ersteren, sind wieder sehr verschieden zusammengesetzt, was in Hinsicht auf die Zersetzung und die Art, wie dieselbe vor sich geht, von bedeutendem Einfluß ist. Aus dem Grunde sind die stickstoffhaltigen Bestandtheile wieder in einzelne Gruppen in Hinblick auf ihre leichter oder schwerer eintretende Zersetzung zu bringen.

Am leichtesten zur Umsetzung geneigt sind die stickstoffhaltigen Körper des Urins, und von diesen wieder am meisten die Harnfarbstoffe und der Harnstoff, denen sich dann die Hippursäure anschließt. Von den festen Excrementen stehen in ihrer Zersetzungsfähigkeit den Harnbestandtheilen die mit ausgeschiedenen Verdauungssäfte ziemlich gleich, während die stickstoffhaltigen Bestandtheile der festen Excremente sich weit schwieriger umsetzen. Noch mehr Widerstand setzen die stickstoffhaltigen Körper des Strohes der Zersetzung entgegen.

§. 76.

3. Allgemeines über die Zersetzung.

Die Kenntniß der äußeren, dem Gesichts- und Geruchssinn wahrnehmbaren Erscheinungen der Zersetzung organischer Körper ist, wie man wohl sagen kann, uralt. Daß das Obst und das Fleisch fault, daß das Holz verwest, daß sich der Stallmist beim Liegen verändert u. s. w., weiß man seit sehr lange. Leider kann aber heute noch nicht gesagt werden, daß die Ursachen der Zersetzung der organischen Körper ebenso bekannt wären. Trotz der langjährigen, mühevollen Arbeiten namhafter Gelehrter in den letzten Jahrzehnten können wir heute noch nicht aussprechen, daß das Wesen der Zersetzung der organischen Körper voll und ganz erkannt wäre. Ich nenne hier nur die Namen eines de Saussure, Thénard, Gay-Lussac, Erxleben, Schwann, Mitscherlich, Justus v. Liebig, Berzelius, Frémy, Berthelot, Pasteur, van den Broek, A. Mayer und v. Nägeli. Ge-

wisse Zersetzungserscheinungen, wie vor allem die der alkoholischen Gährung, sind heute gut studirt, bei vielen, vor Allem den Verwesungs- und Fäulniß-Processen fehlt indeß zur vollen Erklärung ihres ganzen Wesens noch sehr viel.

An dieser Stelle ist es unmöglich die Arbeiten all der Forscher, welche sich mit der Zersetzung der organischen Körper beschäftigt haben, ja auch nur die der vorher Genannten, sollte es auch noch so kurz sein, zu besprechen. Hier müssen wir uns begnügen, nur die allerwichtigsten Arbeiten und zwar die v. Liebig, Pasteur und v. Nägeli in Kürze vorzuführen.

Erwähnt sei vorher nur noch, daß wenn Zersetzungen eintreten sollen, sich mehrere Factoren, nämlich ein gewisser Feuchtigkeitsgrad, eine bestimmte Wärmemenge und die atmosphärische Luft vereinigen müssen; letztere ist aber nicht, wie man früher annahm allein wegen ihres Sauerstoffgehaltes für die Umsetzungen der organischen Körper so nothwendig, sondern vor Allem wegen der in ihr enthaltenen Keime organischer Wesen.

§. 77.

4. Die Gährungstheorie Liebigs.

Liebig, der seine berühmte Gährungstheorie im Jahre 1839 aufstellte, welche sehr bald allgemein in Deutschland, ja auch außerhalb Deutschlands die herrschende wurde, ging von dem Grundsatze aus, daß Gährungserreger in Zersetzung begriffene Körper seien, welche ihre eigene Zersetzung auf andere Körper von an sich stabilerer Natur zu übertragen vermögen. Liebig führt geschickt gewählte Beispiele aus allen Gebieten der Chemie als Beweise für seine Theorie auf. Als Vorbild diente ihm die Entzündungstemperatur bei den Verbrennungserscheinungen. Liebig nimmt an, daß 1. die kleinsten Theilchen sich zersetzender Körper in Bewegung seien und 2. daß diese Bewegung in einer gemeinschaftlichen Auflösung beider Körper (Gährungserreger und Gährungssubstrat) von dem einen Körper auf den andern sich nothwendig übertragen müsse. Die Hefe z. B. ist ein an sich leicht zersetzbarer, stickstoffhaltiger, organischer Körper, der diese seine Zersetzungsfähigkeit auf den Zucker übertrage. Die Gährung ist nach Liebig ein specieller Fall der Fäulniß, bei welchem das Gährungssubstrat stickstofffrei ist. Bei der Verwesung ist außerdem noch der Sauerstoff der atmosphärischen Luft thätig. Kurz Liebig giebt in seiner Theorie für die Zersetzungserscheinungen eine Erklärung rein chemischer und physikalischer Natur.

Wenn auch die Liebig'sche Theorie sich schnell Bahn gebrochen und viele Anhänger erworben hatte, so mußten doch die Arbeiten der französischen und anderer Forscher, vor allem die von Pasteur und van den Broek, welche beide die Zersetzungserscheinungen in erster Reihe physiologisch erklären, sich, wenn auch nur langsam, Anhänger verschaffen und so der Liebig'schen Theorie immer mehr und mehr Boden abgewinnen. Aus diesem Grunde sah sich Liebig 1870, nachdem er bereits seine Ansichten in Vorträgen bekannt gemacht hatte, veranlaßt, seine Theorie durch neue Beweise zu unterstützen und gegen die neue Richtung energisch vorzugehen. Er gab in dieser Abhandlung zunächst zu, daß die Entwickelung von Hefepilzen im Allgemeinen die alkoholische Gährung begleite, wies aber weiter nach, daß ein wässriger Auszug der Hefe, dem es an allen organisirten Elementen fehlt, die Inversion des Rohzuckers zu bewerkstelligen vermöge, was Pasteur mal als bedingt durch die Einwirkung der Bernsteinsäure hingestellt hatte. Hieraus schloß Liebig auf die Anwesenheit eines Fermentes in der Hefe, das man von dieser trennen und das die Eigenschaft besitze, Rohr- in Trauben- und Fruchtzucker zu verwandeln. Dies Ferment verliert durch Siedhitze die oben genannte Eigenschaft. Die alkoholische Gährung ist indeß weder von Liebig noch von irgend einem anderen Forscher unabhängig von der Entwickelung von Hefepilzen beobachtet worden.

Wenn auch Liebig manche schwerwiegende Thatsachen für die Aufrechthaltung seiner Theorie in der 1870ger Arbeit brachte, so können dieselben doch seine Theorie auch in ihrem neuen Gewande nach den jetzt vorliegenden Forschungen nicht mehr aufrecht erhalten. Unleugbar haben aber die neuen Untersuchungen und geistreichen Interpretationen Liebig's zur weiteren Förderung der Lehre von der Zersetzung der organischen Körper nicht unwesentlich beigetragen.

§. 78.

5. Die Theorie Pasteurs und die Versuche desselben.

Nach Pasteur stehen die Zersetzungserscheinungen, welche mit dem Namen Fäulniß, Gährung und Verwesung bezeichnet werden, in den meisten Fällen im innigsten Zusammenhange mit der Entwickelung und Vermehrung organischer Wesen, während dagegen die Umänderungen, welche nur auf einfacher Oxydation, Verbindung mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft beruhen, viel langsamer vor sich gehen.

Folgende von den vielen Pasteur'schen Versuchen mögen zum Beweise des eben Gesagten dienen:

Am 22. März 1860 füllte Pasteur einen Ballon von 250 Cc. Inhalt, der 60—80 Cc. menschlichen Harn enthielt, mit ausgeglühter Luft. Dieser Harn war im Januar 1863 noch ganz klar, hatte eine etwas rothbraune Farbe; an den Wänden des Gefäßes hatten sich wenig Harnsäure- und einige Kalkphosphat-Krystalle abgesetzt. Der Harn war noch sauer und roch wie frischer, ausgekochter Harn. Die Luft in dem Ballon bestand aus 11,4% Sauerstoff, 11,5% Kohlensäure und 77,1% Stickstoff; die atmosph. Luft enthält 23% Sauerstoff, somit finden wir allen Sauerstoff in der gebildeten Kohlensäure, natürlich mit Abzug der Menge, welche in der Flüssigkeit gelöst geblieben sein könnte. Dieser Versuch zeigt, wie gering die Oxydation der Harnbestandtheile in den 3 Jahren bei Ausschluß der in der Luft enthaltenen Keime gewesen ist. Wie schnell unter gewöhnlichen Verhältnissen die Umsetzungen des Harns vor sich gehen, hat jeder oft genug zu beobachten Gelegenheit.

Bei Wiederholung des obigen Versuches mit der Abänderung, daß der Ballon mit gewöhnlicher atm. Luft gefüllt wird, ist in wenigen Tagen der sämmtliche Sauerstoff unter Bildung wechselnder Mengen von Kohlensäure verschwunden.

Ein anderer Versuch wurde mit Eichenholzspähnen gemacht, von denen 10 Grm. zunächst mit einigen Cc. Wasser auf Siedhitze gebracht, worauf dann der Ballon mit ausgeglühter Luft gefüllt wurde. Nach einem Monat enthielt die Luft bei der Untersuchung 16,2 Sauerstoff, 2,3 Kohlensäure und 81,5 Stickstoff; es waren also in einem Monat bei 30° C. nur einige Cc. Sauerstoff verbraucht. Als dieser Versuch unter gewöhnlichen Verhältnissen wiederholt wurde, so daß also der Ballon mit gemeiner atm. Luft gefüllt war, waren in 19 Tagen bei Anwendung von 20 Grm. Eichenholzspäne fast 300 Cc. Sauerstoff verbraucht und die Luft enthielt 7,2% Kohlensäure.

Diese Versuche zeigen somit, daß die atm. Luft durch das Ausglühen wesentlich in ihrer zersetzenden Wirkung verändert worden ist, was nach Pasteur's Beobachtungen in Tödtung der Keime organischer Wesen, welche sich in ihr in bedeutenden Mengen befinden, seine Erklärung findet.

Man könnte freilich auch noch annehmen, daß durch die Temperatur von 100° C., welche die den Versuchen unterworfenen Substanzen vorher ausgesetzt gewesen waren, diese verändert und so zur Zersetzung weniger geneigt gemacht wären. Deshalb stellte Pasteur noch Versuche mit Blut und Harn an, welche ohne Zutritt von Keimen gesammelt waren und bei denen somit ein Auskochen nicht nothwendig war. Innerhalb 4—6 Wochen hatte das Blut 2—3% Sauerstoff absorbirt, das durch ein gleiches Volumen Kohlensäure ersetzt worden war und roch noch wie frisches Blut. Auch der Harn war noch unverändert, nur seine Farbe war ein wenig dunkler geworden; die mit ihm 40 Tage lang in Berührung gewesene Luft bestand noch aus 19,2 Sauerstoff, 0,8 Kohlensäure und 80,0 Sauerstoff.

Die Versuche beweisen, daß die Aussetzung einer Temperatur von 100°C. die betreffenden organischen Körper nicht in der Weise modificirt habe, daß daraus ihre so sehr langsame Zersetzung erklärt werden könnte.

Aus diesen Versuchen folgt somit, daß der Zutritt der Keime für eine schnelle Zersetzung durchaus nothwendig ist, daß ohne

diesen nur eine sehr langsame Oxydation der betreffenden Substanzen erfolgt.

Die Zersetzung der organischen Körper beruht daher vor Allem auf der Entwickelung und dem Wachsen kleiner organischer Wesen. Den Keim zu der Entwickelung dieser Wesen bietet die Luft und die betreffenden organischen Körper dem Boden derselben dar. Da nun beim Leben aller organischer Wesen sich gewisse Bedingungen vereinigen müssen, ohne die ein Bestehen und eine Fortentwickelung derselben unmöglich ist, so ist dasselbe auch bei den die Zersetzung bewirkenden organischen Körpern der Fall. Durchaus nothwendig ist eine gewisse Wärme- und Feuchtigkeitsmenge, und die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz, deren Beschaffenheit natürlich nicht gleichgiltig ist, wie wir dies ja jeden Augenblick bei der Zersetzung der verschiedenen Stoffe beobachten können.

Der organische sich bei der Zersetzung anderer Substanzen entwickelnde Körper ist das Ferment für jene. Pasteur unterscheidet eine bedeutende Anzahl solcher Fermente, die theils pflanzlicher, theils thierischer Natur sind. Die Art der Zersetzung ist ferner bedingt durch die Art der betreffenden Fermente. Nach Pasteur zerlegen die Vibrionen die betreffenden Substanzen in einfachere, aber noch immer complexe Körper; die Bacterien, Schimmel u. s. w. dagegen diese in Wasser, Ammoniak und Kohlensäure.

Die Bedingungen, unter denen die Vibrionen entstehen, sind nach Pasteur andere, als die, unter denen sich die Bacterien entwickeln. Die Vibrionen leben nämlich ohne freien Sauerstoff und sterben bei Berührung mit demselben.

Pasteur giebt folgende Beschreibung der Zersetzung einer fäulnißfähigen Flüssigkeit bei ungehindertem Zutritt der atmosphärischen Luft. Die Fäulniß gebraucht stets einige Zeit, bevor sie beginnt; dieselbe wird durch die Temperatur und die Reaction derselben bedingt. Im günstigsten Falle verlaufen 24 Stunden, bis sich die Fäulniß durch äußere Zeichen bemerkbar macht. Während dieser Zeit findet in der Flüssigkeit eine innere Bewegung statt, in Folge deren der Sauerstoff verschwindet und durch Kohlensäure ersetzt wird; dies wird in einer neutralen oder schwach alkalischen Flüssigkeit durch die Entstehung der kleinsten Infusorien, vor Allem Monas crepusculum und Bacterium termo bewirkt; äußerlich erkennt man dies Stadium durch Trübung der Flüssigkeit. Die Bacterien fahren dann fort sich an der Oberfläche, zu der die Luft Zutritt hat, außerordentlich zu vermehren, indem sie hier ein dünnes Häutchen bilden, was allmählig dicker wird, zerreißt, zu Boden fällt und sich wieder von Neuem bildet. Diese Haut, zu welcher sich in der Regel noch Schimmelarten gesellen, verhindert das Eindringen von Sauerstoff in die Flüssigkeit, in Folge dessen sich in derselben die Vibrionen entwickeln können. Ist dagegen das Gefäß verschlossen oder sonst das Zutreten des Sauerstoffs abgehalten, so sterben nach dem Verschwinden des Sauerstoffs

die Bacterien ab, fallen zu Boden und es entwickeln sich jetzt die Vibrionen, welche ohne freien Sauerstoff leben. — Der Geruch der sich zersetzenden Körper hängt von dem Schwefelgehalt derselben ab; je mehr Schwefel vorhanden, um so unangenehmer der Geruch und umgekehrt.

Diese Art des Vorgangs der Fäulniß wird von Lemaire bestritten, welcher behauptet, daß auch die Vibrionen nicht in Kohlensäure ohne Sauerstoff leben können, daß also sowohl die Vibrionen, wie die Bacterien des Sauerstoffs zum Leben bedürfen, weil Bacterium termo und Vibrio linealis dasselbe Thier ist, nur in verschiedenem Grade der Entwickelung und nicht angenommen werde könnte, daß dieses unter verschiedenen Bedingungen lebe. Er bestreitet dann ferner, daß ein besonderes Ferment für jede Art der Fermentation existire, sondern behauptet, daß man bei den einzelnen Umsetzungen eine Anzahl verschiedener Fermente beobachten könnte. So hat er z. B. bei der Fermentation des Weizenmehls nach Verlauf von 15 Tagen Bacterien, Vibrionen, Spirillum, Amiben, Monaden, Paramecien und Mycrophyten gesehen. Lemaire theilt die Fäulniß in 2 Stadien, in die fötide und depurative; bei der ersten unterscheidet er 30, Dujardin sogar 50 verschiedene Infusorienspecies. Die fötide Gährung hört nach Lemaire auf, sobald Licht hinzutritt, und zwar mit dem Erscheinen der grünen Substanz; jetzt verschwinden die Infusorien allmählig und es treten Euglenen, Vorticellen und Protococcusarten auf; das zweite Stadium der Fäulniß kann aber auch ohne das Auftreten der grünen Substanz eintreten.

Für die Harnstoff-Zersetzung ist nach van Tieghem außer Wasser und Wärme als Ferment eine Torulacee nothwendig, die stets bei der Zersetzung desselben vorhanden, und von der dieselbe also abhängig ist. Van Tieghem glaubt, daß diese kleine Pflanze auch die Ursache des Zerfalls der Hippursäure in Benzoësäure und Glycokoll ist.

Das Auftreten einer Pilzmaterie bei der Zersetzung des Harns ist auch von Schönbein bestätigt.

§. 79.

6. Die Arbeiten v. Nägeli's.

Während Pasteur und mit ihm eine Reihe anderer Forscher für jeden organischen Körper bei dessen Zersetzung einen besonderen Pilz annehmen, ja Cohn ein gattungs- und artenreiches System aufgestellt hat, bei welchem jede Function der Spaltpilze durch eine besondere Species vertreten ist, erklärt v. Nägeli nach seinen 10jährigen Arbeiten, welche ihn zur Untersuchung von Tausenden von verschiedenen Spalthefeformen veranlaßten, daß er nicht behaupten könne, daß auch nur (mit Ausnahme von Sarcine) zur Trennung in 2 specifisch verschiedene Formen Nöthigung vorhanden sei.

v. Nägeli theilt die niederen Pilze in 3 natürliche Gruppen, nämlich:

a. die Schimmelpilze,
b. die Sproßpilze,
und c. die Spaltpilze

und characterisirt dieselben, wie folgt:

a. Die Schimmelpilze (Schimmel- oder Mycelfäden), sind verzweigte, gegliederte oder ungegliederte Fäden, sie zerstören die organischen Substanzen langsam, indem sie sich von denselben nähren (Verwesung). Unter dem Einfluß dieser Pilze fault das Obst, vermodert das Holz und verschwinden relativ trockene organische Substanzen, sowie lösliche und unlösliche organische Verbindungen aus sauren oder salzigen Flüssigkeiten. Die Schimmelpilze gebrauchen zu ihrem Leben den freien Sauerstoff; ihre Vegetation wird gegenüber den Sproßpilzen und ganz besonders den Spaltpilzen, durch Zutritt von Sauerstoff, durch höhere Concentration der Nährflüssigkeit (resp. Austrocknen) und durch größere Mengen von Säuren und Salzen begünstigt.

b. Die Sproßpilze (Alkoholhefezellen, Saccharomyces, Kahnhautzellen, Mycoderma, Mucorhefe) sind kugelige bis längliche Zellen, die durch Sprossung aus der Oberfläche sich vermehren und bald vereinzelt leben, bald zu baumartigen Kolonien vereinigt bleiben. Diese Pilze zerlegen den Zucker in Weingeist und Kohlensäure und führen sehr wahrscheinlich den Weingeist in Essigsäure über; ferner scheiden sie eine lösliche stickstoffhaltige Verbindung aus, welche als Ferment dient, und den Rohrzucker in gährungsfähigen Zucker invertirt. Die Sproßpilze können ohne freien Sauerstoff Gährwirkung ausüben und bei guter Nahrung auch wachsen und sich vermehren; sie gedeihen am besten in einer neutralen, aber auch noch gut in einer schwach sauren, sowie in einer salzreicheren Lösung; in der sauren Lösung verdrängen sie die Spaltpilze; in der neutralen werden sie indeß von diesen verdrängt. Bei der Concurrenz (Kampf um's Dasein) zwischen Sproß- und Spaltpilzen entscheidet ferner oft die Zahl, in welcher die eine oder die andere Pilzform von Anfang an vertreten ist.

c. Die Spaltpilze (Schizomyceten, Fäulnißhefezellen, Micrococcus, Bacterium, Vibrio, Spirillum ꝛc.) sind kugelige Zellen, die durch Theilung sich vermehren und bald vereinzelt leben, bald zu unverzweigten Reihen (Stäbchen, Fäden), selten zu Würfeln vereinigt sind. Sie stellen die winzigsten bekannten Organismen dar, indem von den kleineren Formen im lufttrockenen Zustande 30000 Millionen kaum 1 Milligramm wiegen. Diese Pilze verwandeln den Zucker in Milchsäure, Buttersäure, Mannit, Gummi (schleimige Gährung), zersetzen die stickstoffhaltigen Substanzen in

ammoniakalische Fäulniß, bilden Essigsäure aus Weingeist u. s. w. und scheiden, wie die Sproßpilze eine lösliche stickstoffhaltige Verbindung ab, welche, als Ferment wirkend, alle Kohlehydrate in gährungsfähigen Zucker überführt und feste eiweißartige Verbindungen löslich macht. Wenn es bei den Spaltpilzen verschiedene Species giebt, so bewirkt jede einzelne derselben verschiedene Zersetzungen, sowie anderseits die nämliche Zersetzung durch verschiedene Species veranlaßt wird.

Jede Species dieser Spaltpilze tritt in mehreren morphologisch und physiologisch verschiedenen Formen auf, welche durch die äußeren Verhältnisse rasch oder langsam in einander umgewandelt werden, wobei die frühere Hefewirkung verloren geht und eine andere erworben wird (Anpassung, Acclimatisation). Die Spaltpilze lieben vor Allem eine neutrale und salzarme Lösung, gedeihen aber auch in einer schwach sauren und salzreicheren Lösung.

Ueber die niederen Pilze führt Nägeli im Allgemeinen ferner noch folgendes an:

Die naturhistorische Species ist bei den niederen Pilzen nicht in der Weise ausgebildet, daß ihr besondere Zersetzungsfunctionen entsprächen. Bezüglich der Lebensbedingungen verhalten sich nicht nur die verschiedenen Pilze ungleich, sondern auch der einzelne für sich je nach dem Zustande, indem er sich befindet, oder nach der Function, die er vollzieht.

Die Nährstoffe, welche die niederen Pilze zum Wachsthum und zur Vermehrung bedürfen, sind außer den mineralischen Nährsalzen entweder eine höhere, kohlenstoff- und stickstoffhaltige Verbindung, oder Ammoniak mit einer höheren stickstofffreien Kohlenstoffverbindung (Weinsäure, Essigsäure, Humussäure, Zucker, Glycerin, Karbolsäure, Salicylsäure, Alkohol u. s. w.)

Die niederen Pilze bedürfen zum Leben einer gewissen Menge Wasser und zwar die Sproß- und Spaltpilze einer größeren als die Schimmelpilze. Austrocknen führt bei keinen den Tod, sondern nur Stillstand der Lebensfunctionen während unbestimmt langer Zeit herbei. Alle in Wasser löslichen, nicht zur Nahrung dienenden Stoffe, sowie ein Ueberschuß vorhandener Nährstoffe wirken nachtheilig auf das Leben der Pilze und heben bei einer gewissen Concentration die Gährwirkung, bei einer etwas stärkeren Concentration das Wachsthum ganz auf. Leben verschiedene Formen von niederen Pilzen in derselben Nährlösung, so findet Concurrenz statt, wobei besonders die Sproß- und Spaltpilze sich sehr energisch verdrängen. Bei der Concurrenz kommt es darauf an, ob die

Gesammtheit der äußeren Umstände der einen oder anderen Pilzform günstiger sind.

Jede Nährlösung wird von der Vegetation einer Pilzform durch Entziehung von Nährstoffen und durch Zersetzung chemisch verändert und in Folge dessen häufig für eine andere Form geeigneter. Deswegen folgen gewöhnlich mehrere Pilzvegetationen auf einander, indem eine der anderen den Nährboden bereitet; z. B. in einem Fruchtsaft zuerst Sproßpilze, welche Weingeist bilden, dann die Sproß- und Spaltpilze der Kahmhaut, welche den Weingeist zu Essig oxydiren, dann Schimmelpilze, welche die Säuren verzehren, dann Spaltpilze, welche Fäulniß bewirken.

§. 80.

7. Schlußbetrachtung.

Wie bereits bei der Darlegung der Liebig'schen Theorie ausgesprochen ist, kann dieselbe weder in ihrem alten noch in ihrem neuen Gewande jetzt noch als solche aufrecht erhalten werden. Wir haben, gestützt auf die Arbeiten namhafter Forscher, in erster Reihe auf die von Pasteur, van den Broek und v. Nägeli erkennen gelernt, daß die niederen Pilze eine äußerst wichtige Rolle bei der Zersetzung von organischen Körpern spielen. Ob aber der Ausspruch sowohl Pasteur's als v. Nägeli's ganz richtig ist, daß bei Ausschluß der Pilze die organischen Substanzen durch Oxydations-Prozesse nur äußerst langsam zersetzt werden, wird wohl noch erst durch weitere Arbeiten bestätigt werden müssen.

Nach dieser Theorie wären die Fermente ganz ausgeschlossen und doch kann ich, gestützt auf verschiedene Thatsachen, dies nicht als richtig annehmen. Ich erinnere zunächst an die Arbeiten von Liebig in Betreff des von ihm in dem wässrigen Auszuge der Hefe gefundenen Fermentes, ferner an die Arbeiten von Nägeli, nach welchen die Sproß- und Spaltpilze stickstoffhaltige Verbindungen abscheiden, welche als Fermente wirken und welche Rohrzucker invertiren resp. die Kohlehydrate in gährungsfähigen Zucker überführen und feste eiweißartige Verbindungen löslich machen. Aus diesen Gründen glaube ich die Zersetzung der organischen Körper heute noch als auf das Leben und die Entwickelung der niederen Pilze, auf die Wirkung gewisser Fermente und auf Oxydationserscheinungen beruhend, hinstellen zu sollen.

§. 81.

8. Die Zersetzung der organischen Bestandtheile des Düngers.

a. Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile.

Die Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Düngers erfolgt, sobald die erforderlichen Wasser- und Wärmemengen vorhanden sind, in erster Reihe durch die niederen Pilze, indem diese durch ihr Leben und ihre Entwickelung die stickstoffhaltigen Verbindungen zerlegen und in andere einfachere verwandeln; außer den niederen Pilzen haben aber auch gewisse Fermente, welche zum Theil erst durch die Pilze entstehen, unter den oben bezeichneten Bedingungen Antheil bei diesem Processe.

Am leichtesten sind von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Mistes der Harnstoff, die Harnfarbstoffe, die Hippursäure und die mit den festen Excrementen abgeschiedenen Stoffwechsel-Producte zur Zersetzung geneigt, weshalb bei diesen Körpern die Zersetzung zuerst beginnen wird.

Da, wie wir früher gesehen haben, die niederen Pilze zu ihrer Ernährung außer den mineralischen Nährstoffen entweder ein höhere kohlen- und stickstoffhaltige Verbindung oder Ammoniak mit einer höheren stickstofffreien Kohlenstoffverbindung bedürfen, so wird bei der Zersetzung der stickstoffhaltigen auch die der stickstofffreien organischen Verbindung stattfinden. Bei der Zerlegung der letzten Körpergruppe treten außer den niederen Pilzen noch gewisse Fermente mit in Thätigkeit, welche diese zum Theil in die Form zu bringen haben, in welcher sie als Nährstoffe für die niedern Pilze dienen können.

Die verschiedenen Stadien, welche die organischen stickstoffhaltigen Stoffe bei ihrer Zersetzung durchlaufen, sind bis jetzt noch wenig bekannt; das bis jetzt in Betreff der im Dünger vorkommenden Körper Festgestellte ist p. 29 u. f. angeführt. Die letzten Producte des Zerfalls derselben sind Kohlensäure, Ammoniak (resp. Salpetersäure) und Wasser.

Daß nicht aller Stickstoff der organischen Körper in gebundener Form bleibt, ist Bd. I, p. 122 gezeigt worden.

Von Thénard ist im Dünger eine stickstoffhaltige Säure, welche von ihm Düngersäure genannt worden ist, aufgefunden. Sie besteht in 100 Theilen aus:

Kohlenstoff	= 60,6
Wasserstoff	= 5,1
Sauerstoff	= 29,6
Stickstoff	= 4,7
	100,0

und hat hiernach die Formel: $C_{30}H_{15}NO_{11}$. Sie ist in Wasser, Alkohol und

Aether unlöslich, ist getrocknet schwarz glänzend (wie Steinkohle), amorph, brennt mit hellleuchtender Flamme und bildet mit den Alkalien lösliche, mit den andern Basen unlösliche Salze; schwefelhaltig.

b. Zersetzung der stickstofffreien Bestandtheile.

Die stickstofffreien Körper des Düngers, die Cellulose, das Lignin, der Korkstoff der Epidermis, ferner auch Stärke und Fett bedürfen ebenfalls der bereits obengenannten Factoren zu ihrer Zersetzung. Aus diesen Körpern entstehen die Humuskörper, welche wir Bd. I. p. 47 u. f. kennen gelernt haben. Die Humussäuren welche an sich von hellerer Farbe sind, verbinden sich mit den im Dung vorkommenden Basen zu dunkleren Verbindungen, von denen die dunkle Farbe des Dungs herrührt. So dienen die Humussäuren vor Allem zur Bindung des gebildeten Ammoniaks.

Jedoch nicht der sämmtliche Kohlenstoff der stickstofffreien Substanzen des Düngers wird in Humuskörper verwandelt, sondern ein Theil desselben wird höher oxydirt und liefert so Kohlensäure, einen flüchtigen Körper, welcher zum Theil entweicht, und wodurch der Dünger an Kohlenstoff ärmer wird. Ein anderer Theil des Kohlenstoffs verbindet sich ferner mit dem zugleich freiwerdenden Wasserstoff zu Kohlenwasserstoffen, Verbindungen, welche ebenfalls flüchtig sind, und durch welche somit der Dung ebenfalls Kohlenstoff und Wasserstoff verliert. Ein anderer Theil Wasserstoff bildet ferner mit Sauerstoff Wasser, welches theils dem Dünger als solches verbleibt, theils ebenfalls durch Verdunstung verloren geht.

Außer den oben genannten Humussäuren entstehen im Dünger noch andere stickstofffreie Säuren, deren Menge jedoch den Humussäuren gegenüber eine kleine ist. So hat Isidore Pierre Buttersäure in der Dungflüssigkeit nachgewiesen.

Außer den bis jetzt genannten Elementen enthalten einige Bestandtheile des Düngers, nämlich die Proteïnkörper, noch Schwefel, welcher bei der Umsetzung dieser ebenfalls frei wird und sich mit einem Theil des freiwerdenden Wasserstoffs zu Schwefelwasserstoff, einem sehr übelriechenden Gase, verbindet, durch dessen Verflüchtigung der Dung Schwefel und Wasserstoff verliert. Ein Theil des Schwefels wird durch Sauerstoff oxydirt und so in schwefelige Säure und Schwefelsäure verwandelt.

Von Völcker ist ferner noch angegeben, daß sich bei der Zersetzung Phosphorwasserstoff bilde, wodurch, da dies ebenfalls ein flüchtiger Körper ist, der Dung an Phosphor ärmer werden würde. Gegen diese Bildung des Phosphorwasserstoffs ist aber einzuwenden, daß derselbe nur durch Desoxydation der Phosphorsäure zu Phosphor und Einwirkung der Alkalien, resp. alkalischen Erden auf diese entstehen könnte. Eine derartige Desoxydation der Phos-

phorsäure im Dünger ist aber nach der chemischen Natur dieser Säure nicht gut anzunehmen, weshalb denn auch die Bildung des Phosphorwasserstoffs so lange bezweifelt werden muß, bis dieselbe experimental nachgewiesen ist.

Daß die Art der Vereinigung der bei der Zersetzung thätigen Factoren auf die Art der Umsetzung von großem Einfluß ist, geht aus dem Gesagten hervor, so daß sich hiernach auch die einzelnen Stadien, welche die Stoffe bis zur Entstehung der End-Producte: der Kohlensäure, des Wassers, des Ammoniaks, des Schwefelwasserstoffs, durchzumachen haben und das frühere oder spätere Auftreten derselben richten.

Bemerkt mag hier ferner noch werden, daß der üble Geruch, welcher dem Dünger eigen ist, zum Theil zwar den gebildeten Endproducten der Zersetzung, dem Ammoniak und Schwefelwasserstoff eigen ist, daß er aber doch wesentlich noch von Producten des Zerfalls, welche complexerer Natur und die noch lange nicht bekannt sind, bedingt wird.

§. 82.

9. Einfluß der Zersetzung der organischen Stoffe auf die unorganischen Körper des Düngers.

Der Zerfall der organischen Substanzen des Düngers bleibt nicht ohne Einfluß auf die unorganischen Stoffe desselben; diese sind bekanntlich mit den organischen Theilen des Düngers (festen Excrementen, Stroh) in sehr innigem Zusammenhange. Sobald die organischen Stoffe zerfallen, so werden dadurch die unorganischen, so zu sagen, bloßgelegt, und auf sie können dann die gebildeten organischen Säuren (Humussäuren), die Kohlensäure, die Ammoniaksalze und das Wasser lösend einwirken.

§. 83.

10. Zusammenstellung der im Dünger bei der Zersetzung vor sich gehenden Veränderungen und der Folgen dieser.

Fassen wir jetzt die Veränderungen, welche im Dünger bei der Zersetzung vor sich gehen, kurz zusammen, so würden die Hauptpunkte derselben, wie folgt, hinzustellen sein:

1. Bildung von flüchtigen Körpern, wie Kohlensäure, Kohlenwasserstoffen, Stickstoff, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Wasser.
2. Bildung leichter löslicher organischer Körper, wie der Humussäuren u. s. w.
3. Löslicherwerden der unorganischen Stoffe des Düngers.

Die Folge dieser Veränderungen ist, daß

erstens der Düngerhaufen stets ärmer an organischen Stoffen wird; daß er zweitens fortwährend Verluste an Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel erleidet, und daß er drittens relativ reicher an unorganischen Körpern wird.

§. 84.

II. Die über die Veränderungen des Düngers bei der Zersetzung vorliegenden Untersuchungen.

Nachdem ich so versucht habe, theoretisch die Veränderungen zu kennzeichnen, welche der Dünger beim Liegen auf der Dungstätte erleidet, haben wir jetzt diese Veränderungen positiver zu studiren, d. h. uns, so weit es die vorliegenden Zahlen gestatten, in Zahlen mit denselben bekannt zu machen, was natürlich nur durch Vergleichung der Zusammensetzung von frischem Dünger mit demselben im gegohrenen Zustande möglich ist.

Für diese äußerst wichtigen Untersuchungen haben wir leider nur zwei Arbeiten, welche zwar beide äußerst fleißig durchgeführt sind, die aber beide, wie wir bei der speciellen Betrachtung derselben sehen werden, doch noch manche wichtige Frage offen lassen: es sind dies die Arbeiten von Völcker und E. Wolf.

§. 85.

a. Die Untersuchungen Völcker's.

Wir verdanken Völcker sehr sorgfältige und umfassende Untersuchungen über den Stallmist. Völcker präparirte ein möglichst gleichmäßiges Gemisch von Pferde-, Rind- und Schweinedung; leider sind die Verhältnisse zwischen diesen einzelnen Dungarten in dem Gemische nicht angegeben. Dieser Hofdünger wurde zunächst für sich der speciellen Analyse unterworfen, ferner ein Theil desselben in einem Haufen gegen einen Steinwall gelehnt und den Einflüssen der Witterung ausgesetzt, ein anderer Theil in einem Haufen unter Dach gebracht, ein dritter ausgebreitet, und alle drei von Zeit zu Zeit gewogen und untersucht. Außerdem wurde ein gut gerotteter Dung, 6 Monate alt, ebenfalls ein Gemisch von Pferde-, Rind- und Schweinedung, analysirt, dann den Einflüssen der Witterung ausgesetzt und von Zeit zu Zeit gewogen und untersucht.

Zu bedauern ist nur, daß bei dieser bedeutenden Arbeit nicht alle Momente voll erwogen sind, um so die Resultate derselben zu durchaus maßgebenden zu machen. Wie vorher schon angegeben, fehlt die Angabe des Mengenverhältnisses der einzelnen Mistarten, welche den Hofdünger gebildet haben, ebenso die Höhe u. s. w. der Haufen; ferner ist nicht genügend dafür Sorge getragen, daß vom Dünger außer durch die Zersetzung nichts verloren gehen konnte, noch daß etwas hinzukam. Aus diesem Grunde

können uns die Analysen nicht in dem Grade, wie es die überaus mühevollen Untersuchungen verdienten, Auskunft über die Veränderungen, welche der Mist beim Liegen auf der Dungstätte erleidet, geben.

Der Dunghaufen ferner, welcher unter Dach aufbewahrt ist, wurde, da er trockener als der gewöhnliche Dung war, mit Wasser befeuchtet; die Angabe der Menge des hinzugefügten Wassers fehlt; wir erfahren nur, daß dieser Zusatz von Wasser nur einmal erfolgte.

Sehen wir von diesen Mängeln ab, so bieten diese Untersuchungen, welche anderseits leider in dieser Art die einzig vorliegenden sind, viel Material zum Studium der Veränderungen, welche der Mist beim Liegen im Freien, den Einflüssen der Witterung ausgesetzt, und beim Liegen unter Dach erleidet.

Die Resultate der Untersuchungen sind auf den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tab. I. zeigt die Massenverminderung des Mistes, und zwar:
- a. des frischen Mistes beim Liegen in einem Haufen im Freien;
- b. des frischen Mistes beim Liegen unter Dach;
- c. des frischen Dungs gebreitet;
- d. des gut gerotteten Dungs beim Liegen in einem Haufen.

II. zeigt die procentische Zusammensetzung des frischen Dungs beim Liegenlassen im Freien in verschiedenem Alter, und zwar:
- a. die des wasserhaltigen,
- b. die des wasserfreien Dungs.

III. Dasselbe beim Aufbewahren des Dungs unter Dach.
IV. Dasselbe beim gebreiteten Dung.
V. Dasselbe beim gut verrotteten Dung.
VI. zeigt die Zusammensetzung des frischen Dungs in verschiedenem Alter beim Liegenlassen im Freien in Pfunden.
VII. Dasselbe beim Aufbewahren unter Dach.
VIII. Dasselbe beim gebreiteten Dung.
IX. Dasselbe beim gut gerotteten Dung.
X. enthält die specielle procentische Zusammensetzung der verschiedenen behandelten Dünger, und zwar:
- a. die des frischen Dungs,
- b. die des 3 Monate 11 Tage alten Dungs beim Liegenlassen in einem Haufen im Freien,
- c. die Zusammensetzung des gut verrotteten Dungs (6 Monate alt),
- d. die desselben Dungs, nachdem er in einem Haufen im Freien noch 2 Monate und 9 Tage gelegen hatte,
- e. die des 3 Monate 11 Tage alten Dungs beim Aufbewahren unter Dach, und
- f. die des Düngers (a), nachdem derselbe 6 Monate ausgebreitet gewesen war.

Schließlich XI. die Zusammensetzung der auf X. angeführten Dungmassen im wasserfreien Zustande.

Tabelle I.

a.

	Gewicht des Düngers. ℔	Verlust in absoluten Zahlen ℔	Verlust in Procenten
Frischer Dünger am 3 Nov. 1854	2838	—	—
Derselbe am 30. April 1855, nach sechsmonatlichem Liegen	2026	812	28,6
Ders. am 23. August 1855, nach einem Liegen von 9 Monaten und 20 Tagen	1994	844	29,7
Ders. am 15. Nov. 1855, nach einem Liegen von 12 Monaten und 12 Tagen	1974	864	30,4

b.

Dünger unter Dach am 3. Nov. 1854	3258	—	—
Ders. am 30. April 1855	1613	1645	50,4
Ders. am 23. August 1855	1297	1961	60,0
Ders. am 15 Nov. 1855	1235	2023	62,1

c.

Dünger gebreitet, am 3. Nov. 1854	1652	—	—
Ders. am 30. April 1855	1429	223	13,4
Ders. am 23. August 1855	101	640	38,7
Ders. am 15. Nov. 1855	950	702	42,4

d.

Verrotteter Dung am 5. Dec. 1854	1613	—	—
Ders. am 30. April 1855, nach einem Liegen von 4 Monaten und 25 Tagen	1186	427	26,5
Ders. am 30. August 1855, nach einem Liegen von 8 Monaten und 18 Tagen	1023	590	36,5
Ders. am 15. Nov. 1855, nach einem Liegen von 11 Monaten und 10 Tagen	1003	610	37,8

Tabelle II.

	a. Am 3. Novbr. 1854	a. Am 14. Febr. 1855	a. Am 30. April 1855	a. Am 23. Aug. 1855	a. Am 15. Nov. 1855	b. Am 3. Novbr. 1854	b. Am 14. Februar 1855	b. Am 30. April 1855	b. Am 23. August 1855	b. Am 15. Novbr. 1855
Wasser	66,17	69,83	65,95	75,49	74,29	—	—	—	—	—
Lösliche organische Stoffe	2,48	3,86	4,27	2,95	2,74	7,33	12,79	12,54	12,02	10,65
(enthaltend Stickstoff)	(0,149)	(0,270)	(0,300)	(0,190)	(0,180)	(0,44)	(0,91)	(0,88)	(0,77)	(0,72)
(diesem entspricht Ammoniak)	(0,181)	(0,320)	(0,360)	(0,230)	(0,210)	(0,53)	(1,10)	(1,06)	(0,93)	(0,88)
Lösliche unorganische Stoffe	1,54	2,971	2,86	1,97	1,87	4,55	9,84	8,39	8,03	7,27
Unlösliche organische Stoffe	25,76	18,44	19,23	12,20	10,89	76,15	61,12	56,49	49,77	42,35
(enthaltend Stickstoff)	(0,494)	(0,470)	(0,590)	(0,470)	(0,470)	(1,46)	(1,55)	(1,75)	(1,92)	(1,85)
(diesem entspricht Ammoniak)	(0,599)	(0,570)	(0,710)	(0,570)	(5,570)	(1,77)	(1,88)	(2,12)	(2,33)	(2,24)
Unlösliche unorganische Stoffe	4,05	4,90	7,69	7,39	10,21	11,97	16,25	22,58	30,16	39,73
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gesammtstickstoff des Düngers	0,643	0,740	0,890	0,660	0,650	1,90	2,46	2,63	2,69	2,57
Ammoniak im freien Zustande	0,034	0,019	0,008	0,010	0,006	0,10	0,062	0,023	0,041	0,023
Ammoniak in Form von Ammoniaksalzen, leicht durch Kalk freigemacht	0,088	0,064	0,085	0,038	0,041	0,26	0,212	0,249	0,154	0,159
Gesammtmenge der organischen Stoffe	28,24	22,30	23,50	15,15	13,63	83,48	73,91	69,08	61,81	53,00
Gesammtmenge der unorganischen Stoffe	5,59	7,87	10,55	9,36	12,08	16,52	26,09	30,97	38,19	47,00

Tabelle III.

	a.					b				
	Am 3. Novbr. 1854	Am 14. Febr. 1855	Am 30. April 1855	Am 23. August 1855	Am 15. Novbr. 1855	Am 3. Novbr. 1854	Am 14. Febr. 1855	Am 30. April 1855	Am 23. August 1855	Am 15. Novbr. 1855
Wasser	66,17	67,32	56,89	43,43	41,66	—	—	—	—	—
Lösliche organische Stoffe . . .	2,48	2,63	4,63	4,13	5,37	7,33	8,04	10,74	7,30	9,20
(enthaltend Stickstoff)	(0,149)	(0,17)	(0,27)	(0,26)	(0,42)	(0,44)	(0,53)	(0,63)	(0,46)	(0,72)
(diesem entspricht Ammoniak) .	(0,181)	(0,20)	(0,32)	(0,31)	(0,51)	(0,53)	(0,66)	(0,76)	(0,56)	(0,88)
Lösliche unorganische Stoffe . . .	1,54	2,12	3,38	3,05	4,43	4,55	6,48	7,84	5,39	7,59
Unlösliche organische Stoffe . . .	25,76	20,46	25,43	26,01	27,69	76,15	62,60	58,99	45,97	47,46
(enthaltend an Stickstoff) . . .	(0,494)	(0,58)	(0,92)	(1,01)	(1,09)	(1,46)	(1,77)	(2,14)	(1,78)	(1,88)
(diesem entspricht Ammoniak) .	(0,599)	(0,70)	(1,11)	(1,23)	(1,31)	(1,77)	(2,14)	(2,59)	(2,16)	(2,20)
Unlösliche unorganische Stoffe . .	4,05	7,47	9,67	23,38	20,85	11,97	22,88	22,43	41,34	35,75
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gesammt-Stickstoff des Düngers .	0,643	0,75	1,19	1,27	1,51	1,90	2,30	2,77	2,24	2,60
Ammoniak im freien Zustande . .	0,034	0,022	0,055	0,015	0,019	0,10	0,067	0,127	0,026	0,032
Ammoniak in Form von Ammoniaksalzen, leicht frei gemacht durch Kalk	0,088	0,054	0,101	0,103	0,146	0,26	0,165	0,234	0,182	0,250
Gesammtmenge der organischen Stoffe	28,24	23,09	30,06	30,14	33,06	83,48	70,64	69,73	53,27	56,66
Gesammtmenge der unorganischen Stoffe	5,59	9,59	13,05	26,43	25,28	16,52	29,36	30,27	46,73	43,34

Tabelle IV.

	a.				b.			
	Am 3. Novbr. 1854	Am 30. April 1855	Am 23. August 1855	Am 15. Novbr. 1855	Am 30. Novbr. 1854	Am 30. April 1855	Am 23. August 1855	Am 15. Novbr. 1855
Wasser	66,17	80,02	70,09	65,56	—	—	—	—
Lösliche organische Stoffe	2,48	1,16	0,49	0,42	7,33	5,80	1,64	1,21
(enthaltend an Stickstoff)	(0,149)	(0,08)	(0,06)	(0,03)	(0,44)	(0,42)	(0,20)	(0,10)
(diesem entspricht Ammoniak)	(0,181)	(0,09)	(0,07)	(0,036)	(0,53)	(0,51)	(0,24)	(0,12)
Lösliche unorganische Stoffe	1,54	1,01	0,64	0,57	4,55	5,05	2,14	1,69
Unlösliche organische Stoffe	25,76	11,46	10,56	9,94	76,15	57,37	35,30	28,86
(enthaltend an Stickstoff)	(0,494)	(0,45)	(0,35)	(0,36)	(1,46)	(2,28)	(1,17)	(1,09)
(diesem entspricht Ammoniak)	(0,599)	(0,54)	(0,42)	(0,46)	(1,77)	(2,76)	(1,41)	(1,32)
Unlösliche unorganische Stoffe	4,05	6,35	18,22	23,51	11,97	31,78	60,92	68,24
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gesammtstickstoff	0,643	0,53	0,41	0,39	1,90	2,70	1,37	1,19
Ammoniak im freien Zustande	0,034	0,010	0,012	0,0006	0,10	0,05	0,040	0,0017
" in Form von Ammoniaksalzen, leicht zersetzt durch Kalk	0,088	0,045	0,051	0,030	0,26	0,225	0,171	0,087
Gesammtmenge der organischen Stoffe	28,24	12,62	11,05	10,36	83,48	63,17	36,94	30,07
" " unorganischen Stoffe	5,59	7,36	18,86	24,08	16,52	36,83	63,06	69,93

Gut verrotteter Dung (6 Monate alt), ausgesetzt.

Tabelle V.

	a.					b.				
	Am 5. Decbr. 1854	Am 14. Febr. 1855	Am 30. April 1855	Am 28. August 1855	Am 15. Novbr. 1855	Am 5. Decbr. 1854	Am 14. Febr. 1855	Am 30. April 1855	Am 28. August 1855	Am 15. Novbr. 1855
Wasser	75,42	73,90	68,93	72,25	71,55	—	—	—	—	—
Lösliche organische Stoffe	3,71	2,70	2,21	1,50	1,13	15,09	10,34	7,11	5,41	3,99
(enthaltend an Stickstoff)	(0,297)	(0,149)	(0,140)	(0,090)	(0,090)	(1,21)	(0,57)	(0,45)	(0,32)	(0,32)
(diesem entspricht Ammoniak)	(0,360)	(0,180)	(0,170)	(0,109)	(0,109)	(1,47)	(0,69)	(0,54)	(0,39)	(0,39)
Lösliche unorganische Stoffe	1,47	2,06	1,68	1,10	1,04	5,98	7,89	5,41	3,96	3,67
Unlösliche organische Stoffe	12,82	14,39	15,87	12,46	12,35	52,15	55,13	51,08	44,90	43,39
(enthaltend an Stickstoff)	(0,309)	(0,610)	(0,760)	(0,490)	(0,560)	(1,26)	(2,35)	(2,44)	(1,76)	(1,98)
(diesem entspricht Ammoniak	(0,375)	(0,740)	(0,920)	(0,600)	(0,690)	(1,53)	(2,85)	(2,96)	(2,16)	(2,40)
Unlösliche unorganische Stoffe	6,58	6,95	11,31	12,69	13,93	26,78	26,64	36,40	45,73	48,95
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gesammt-Stickstoff	0,606	0,759	0,900	0,580	0,650	2,47	2,92	2,89	2,08	2,30
Ammoniak im freien Zustande	0,046	0,015	0,006	0,013	0,003	0,189	0,057	0,018	0,047	0,012
„ in Form v. Ammoniaksalzen, leicht zersetzt durch Kalk	0,057	0,048	0,044	0,040	0,029	0,232	0,183	0,137	0,144	0,104
Gesammtmenge der organ. Stoffe	16,53	17,09	18,08	13,96	13,48	67,24	65,47	58,19	50,31	47,38
„ „ unorgan. „	8,05	9,01	12,90	13,79	14,97	32,76	34,53	41,81	49,69	52,62

Zusammensetzung der Düngerhaufen, in ℔ ausgedrückt.

Tabelle VI.

	Am 3. November 1854	Am 30. April 1855	Am 23. August 1855	Am 15. November 1855
Gewicht des Düngers	2838,0	2026,0	1994,0	1974,0
" " Wassers	1877,9	1336,1	1505,3	1466,5
" der trockenen Masse	960,1	689,9	488,7	507,5
Lösliche organische Stoffe	70,38	86,51	58,83	54,04
Stickstoff in denselben	4,22	6,07	3,76	3,65
(entsprechend Ammoniak)	(5,12)	(7,37)	(4,56)	(4,36)
Lösliche unorganische Stoffe	43,71	57,88	39,16	36,89
Unlösliche organische Stoffe	731,07	389,74	243,22	214,92
Stickstoff in denselben	14,01	12,07	9,38	9,38
(entsprechend Ammoniak)	(17,02)	(14,65)	(11,40)	(11,39)
Unlösliche unorganische Stoffe	114,94	155,77 ?	147,49 ?	201,65 ?
Gesammtstickstoffgehalt des Düngers	18,23	18,14	13,14	13,03
(entsprechend Ammoniak)	(22,14)	(22,02)	(15,96)	(15,75)
Gehalt des Düngers an flüchtigem Ammoniak	0,96	0,15	0,20	0,11
Gehalt des Düngers an Ammoniak in Salzen, leicht frei gemacht durch Kalk	2,49	1,71	0,75	0,80
Gesammtmenge der organischen Stoffe	801,45	476,25	802,05	268,96
" " unorganischen Stoffe	158,15	213,65 ?	186,65 ?	238,54 ?

Tabelle VII. VIII.

	Tab. VII: Am 3. Novbr. 1854 G	Tab. VII: Am 30. April 1855 G	Tab. VII: Am 23. August 1855 G	Tab. VII: Am 15. Novbr. 1855 G	Tab. VIII: Am 3. Novbr. 1854 G	Tab. VIII: Am 30. April 1855 G	Tab. VIII: Am 23. August 1855 G	Tab. VIII: Am 15. Novbr. 1855 G
Gewicht des Düngers	3258	1613	1297	1235	1652	1429	1012	950
" " Wassers	2156	917,6	563,2	514,5	1093	1143	709,3	622,8
" der Trockensubstanz	1102	695,4	733,8	720,5	559	285,5	302,7	327,2
Diese besteht aus:								
Löslichen organischen Stoffen	80,77	74,68	53,56	66,28	40,97	16,55	4,96	3,95
(enthaltend Stickstoff)	(4,85)	(4,38)	(3,46)	(5,25)	(3,28)	(1,19)	(0,60)	(0,32)
Löslichen unorganischen Stoffen	50,14	54,51	39,55	54,68	25,43	14,41	6,47	5,52
Unlöslichen organischen Stoffen	839,17	410,24	337,32	341,97	425,67	163,79	106,81	94,45
(enthaltend Stickstoff)	(16,08)	(14,88)	(13,08)	(13,54)	(6,21)	(6,51)	(3,54)	(3,56)
Unlöslichen unorganischen Stoffen	131,92	155,97	303,37	257,57	66,93	90,75	184,46	223,28
Gesammt-Stickstoff	20,93	19,26	16,54	18,79	9,49	7,70	4,14	3,88
Ammoniak im freien Zustande	1,10	0,88	0,19	0,23	0,55	0,14	0,13	0,0055
" in Form von Ammoniaksalzen leicht zersetzt durch Kalk	2,86	1,62	1,33	1,80	1,45	0,62	0,55	0,28
Gesammtmenge der organischen Stoffe	919,94	484,92	390,88	408,25	466,64	180,34	111,77	98,40
" " unorganischen Stoffe	182,06	210,48	342,92	312,35	92,36	105,16	190,93	228,80

Tabelle IX.

	Am 5. December 1854 ℔	Am 30. April 1855 ℔	Am 23. August 1855 ℔	Am 15. November 1855 ℔
Gewicht des Düngers . . .	1613	1186	1023	1003
„ „ Wassers . . .	1216,5	818,0	739,1	737,1
„ der Trockensubstanz .	396,5	368,0	283,9	265,3
Diese besteht aus:				
Löslichen organischen Stoffen	59,83	26,16	15,35	11,38
(enthaltend an Stickstoff) .	(4,79)	(1,73)	(0,90)	(0,92)
Löslichen unorgan. Stoffen .	23,71	19,90	11,24	10,47
Unlöslichen organ. Stoffen .	206,77	187,97	127,47	123,79
(enthaltend an Stickstoff) .	(4,99)	(8,99)	(4,99)	(5,65)
Unlöslich. unorgan. Stoffen	106,19	133,97	129,84	139,66
Gesammt-Stickstoff . . .	9,78	10,72	5,89	6,57
Ammoniak im freien Zustande	0,74	0,066	0,130	0,034
Ammoniak in Form von Ammoniaksalzen, leicht zersetzt durch Kalk	0,92	0,50	0,40	0,29
Gesammtmenge der organ. Stoffe	266,60	214,13	142,82	135,17
Gesammtmenge der unorg. Stoffe	129,90	153,87	141,08	150,13

Tabelle XI.

Bestandtheile:	a. Zusammensetzung des frischen Düngers. (Pferde-, Kuh- und Schweinedung.)	b. Zusammensetzung dieses Düngers, nachdem er 3 Monate 11 Tage im Freien gelegen hatte.	c. Zusammensetzung desselben Düngers nach 6 Monaten.	d. Zusammensetzung des letzteren Düngers nach 2 Monaten 9 Tagen, also alt 8 1/2 Monate.	e. Dünger vom 8. Novmb. 1854 bis 14. Febr. 1855 unter Dach aufbewahrt.	f. Dünger I. vom 3. Nov. bis zum 30. April 1855 auf dem Felde ausgebreitet.
	In trockenem Zustande					
Wasser	66,17	69,83	75,42	73,90	67,32	80,02
Lösliche organische Materie	7,633	12,79	15,09	10,34	8,04	5,80
(Stickstoff in derselben)	(0,44)	(0,91)	(1,21)	(0,57)	(0,53)	(0,42)
(Entsprechend Ammoniak)	(0,53)	(1,10)	(1,47)	(0,69)	(0,66)	(0,51)
Lösliche Kieselsäure	0,703	0,924	1,035	0,564	0,733	1,05
Phosphorsaure Kalkerde	0,884	0,985	1,554	0,493	1,013	1,07
Kalkerde	0,185	0,160	0,476	0,067	0,171	0,02
Magnesia	0,033	0,065	0,193	0,068	0,018	0,04
Kali	1,695	3,632	1,816	3,680	2,068	1,82
Natron	0,153	0,621	0,140	0,321	0,578	0,18
Chlornatrium	0,089	0,351	0,151	0,194	0,179	0,02
Schwefelsäure	0,035	0,532	0,235	0,278	0,366	0,20
Kohlensäure und Verlust	0,772	2,570	0,380	2,225	1,359	0,65
In Wasser löslich	12,009	22,63	20,07	18,230	14,52	10,85
In Wasser unlöslich	87,991	77,37	78,93	81,770	85,48	89,15
Dieses besteht aus:						
Organische Materie	76,15	61,12	52,15	55,13	62,60	57,37
(Stickstoff in derselben)	(1,46)	(1,55)	(1,26)	(2,35)	(1,77)	(2,28)
(Entsprechend Ammoniak)	(1,77)	(1,88)	(1,53)	(2,85)	(2,14)	(2,76)
Lösliche Kieselsäure	2,865	2,364	5,79	4,24	3,294	4,78
Unlösliche Kieselsäure	1,659	2,844	4,11	5,91	5,800	5,51
Eisenoxyd und Thonerde mit Phosphorsäure	1,404	2,689	3,85	1,41	3,477	3,11
(Phosphorsäure hierin)	(0,528)	(0,589)	(1,11)	(0,24)	(0,91)	(0,89)
Kalkerde	3,335	4,281	6,78	7,65	5,722	9,83
Magnesia	0,424	0,097	0,37	0,08	0,240	0,41
Kali	0,294	0,422	0,18	0,45	0,613	0,27
Natron	0,077	0,166	0,15	0,06	0,116	0,06
Schwefelsäure	0,210	0,329	0,29	0,38	0,302	0,33
Kohlensäure und Verlust	1,722	3,066	5,26	6,46	2,316	7,48
Unlöslich unorgan. Stoffe	11,97	16,25	26,78	26,64	22,88	31,78
Der ganze Dünger hat Ammoniak im freien Zustande (natürlich als kohlensaures)	0,10	0,082	0,189	0,057	0,67	0,05
In Form von Salzen	0,26	0,212	0,232	0,183	1,65	0,225

Tabelle

	a.		b.	
	Frischer Dünger, ungefähr 14 Tage alt; am 3. Novbr. 1854.		Am 14. Februar. 1855	
Wasser		66,17		69,83
Lösliche organische Substanz . .		2,48		3,86
(enthaltend an Stickstoff) . .	(0,149)		(0,270)	
(demselben entspricht an Ammoniak)	(0,181)		(0,320)	
Lösliche unorganische Substanz .		1,54		2,97
„ Kieselsäure	0,237		0,279	
Phosphorsaurer Kalk	0,299		0,300	
(enthaltend Phosphorsäure) . .	(0,137)		0,137	
Kalkerde	0,066		0,048	
Magnesia	0,011		0,019	
Kali	0,573		1,096	
Natron	0,051		0,187	
Chlornatrium	0,030		0,106	
Schwefelsäure	0,055		0,160	
Kohlensäure und Verlust . . .	0,218		0,775	
Unlösliche organische Substanz .		25,76		18,44
(enthaltend an Stickstoff) . .	(0,494)		0,470	
(demselben entspricht an Ammoniak)	(0,599)		0,570	
Unlösliche unorganische Substanz		4,05		4,90
Lösliche Kieselsäure	0,967		0,712	
Unlösliche „	0,561		0,857	
Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure	0,596		0,810	
(enthaltend Phosphorsäure) . .	(0,178)		(0,177)	
Kalkerde	1,120		1,291	
Magnesia	0,143		0,029	
Kali	0,099		0,127	
Natron	0,019		0,046	
Schwefelsäure	0,061		0,049	
Kohlensäure und Verlust . . .	0,484		0,929	
		100,00		100,00
Der ganze Dünger enthält an freiem Ammoniak	0,034		0,019	
Der ganze Dünger enthält an Ammoniaksalzen	0,088		0,064	
Salpetersäure	Keine		Entschiedene Spuren	

X.

c.		d.		e.		f.	
Gut gerotteter Dünger, 6 Monate alt.		Derselbe Dung, nachdem er noch 2 Monate und 9 Tage ausgesetzt war.		Dünger unter Dach, vom 3. Nov. 1854 bis zum 14. Februar 1855, 3 Monate und 11 Tage.		Dünger gebreitet vom 3. Nov. 1854 bis 30. April 1855.	
	75,42		73,90		67,32		80,02
	3,71		2,70		2,63		1,16
(0,297)		(0,149)		(0,17)		(0,08)	
(0,360)		(0,180)		(0,26)		(0,09)	
	1,47		2,06		2,12		1,01
0,254		0,147		0,239		0,211	
0,382		0,129		0,331		0,194	
(0,175)		(0,059)		0,152		(0,089)	
0,117		0,018		0,056		0,005	
0,047		0,018		0,004		0,008	
0,446		0,960		0,676		0,365	
0,023		0,082		0,192		0,037	
0,037		0,052		0,058		0,004	
0,058		0,072		0,119		0,041	
0,106		0,584		0,445		0,145	
	12,82		14,39		20,46		11,46
(0,309)		(0,061)		(0,58)		(0,45)	
(0,375)		(0,074)		(0,70)		(0,54)	
	6,58		6,95		7,47		6,35
1,424		1,100		1,898		0,955	
1,010		1,540		1,075		1,101	
0,947		0,370		1,135		0,622	
(0,274)		(0,060)		(0,298)		(0,177)	
1,667		2,250		1,868		1,964	
0,091		0,020		0,078		0,082	
0,045		0,120		0,208		0,052	
0,038		0,010		0,038		0,009	
0,630		0,100		0,098		0,066	
1,295		1,440		1,077		1,499	
	100,00		100,00		100,00		100,00
0,046		0,015		0,22		0,010	
0,057		0,048		0,54		0,045	
Keine		Deutliche Spuren		Zweifelhafte Spuren		Keine	

§. 86.

b. Die Versuche von E. Wolff.

Der Dung von 46 Stück Großvieh, 20 jungen Rindern und 14 Kuhkälbern — sämmtlich Simmenthaler Race — von $2^1/_2$ Tagen, welcher aus den folgenden Futter- und Streumaterialien producirt war: 2940 ℔ Heu, 430 ℔ Futterstroh, 725 ℔ Spreu, 6680 ℔ Runkeln, 105 ℔ Schrot und 930 ℔ Streustroh (= 11810 ℔), betrug $145^1/_2$ Ctr. Dieser Mist blieb ein Jahr lang dem ungehinderten Einflusse von Sonne, Wind und Wetter ausgesetzt; hierbei war der ursprünglich circa 1 Meter hohe Haufe auf circa $^1/_4$ Meter zusammengefault. Die Gewichtsverhältnisse sind die folgenden:

Die $145^1/_2$ Zollctr. =	14550 ℔	mit 4030 ℔	Trockensubstanz, in %	27,7 %
betrugen nach 1 Jahr	6730 ℔	„ 1360 ℔	„ „ „ „	20,2 „
somit hatte der frische Mist verloren . .	7820 ℔	mit 2670 ℔	„	
	= 53,75 %	= 66,25 %	„	

Der frische und verrottete Stallmist wurden dann der chemischen Analyse unterworfen, wobei sich die auf den folgenden Tabellen (Tabelle I u. II) zusammengestellten Resultate ergaben.

Vorher muß hier noch bemerkt werden, daß diese Untersuchung leider nicht die Veränderungen zeigt, welche der Mist bei rationeller Behandlung innerhalb eines Jahres erleidet, sondern uns mit den Verlusten bekannt macht, welche der Mist bei schlechter Behandlung untergeht. Der Mist befand sich in einem kleinen Haufen auf einem erdigen Terrain unter dem directen Einfluß von Süden her einfallender Sonnenstrahlen. Dabei zeichnete sich der Sommer 1857 durch hohe, mittlere Temperatur und anhaltende Trockenheit aus.

Ferner bewahrte Wolff einen Theil des frischen Mistes in Holzkisten in einer nach Norden gelegenen Bodenkammer, also geschützt vor allen Einflüssen des directen Sonnenlichtes, sowie vor Wind und Wetter, auf; der Mist blieb in diesen Kisten, à 1 Cubikfuß (Würtemb.), 15 Monate. Von diesen Kisten blieben 4 ohne Zusätze (I, II, III, IV), V erhielt einen Zusatz von 150 Grm. feinem Pulver von Holzkohle, VI einen von 250 Grm. Aetzkalk, der an der Luft zerfallen war, und VII einen von 200 Grm. Gyps (Tab. I und II).

Auch diese Untersuchungen können uns leider nicht sichere Aufklärungen über die Veränderungen, welche der Mist auf der Dungstätte bei rationeller Behandlung durchmacht, geben, denn die angewandten Mistmengen sind;

1. zu gering;

2. in den Kisten mit der Zeit zu trocken geworden, und zwar trockener als dies auf der Dungstätte der Fall ist;

3. die Aufbewahrungsart entspricht in keiner Weise der gewöhnlich gebräuchlichen; wir haben hier weder den Mist von offener, noch von bedeckter Dungstätte;

4. bei der Aufbewahrungsart in den hölzernen Kisten ist ein Theil der gelösten Stoffe in das Holz eingedrungen, so daß eine absolute Vergleichung auch nicht möglich ist; der so eingetretene Verlust ist bei den kleinen, dem Versuche unterworfenen Mengen sicherlich nicht ohne Bedeutung;

5. die Zeit der Aufbewahrung ist ferner ebenfalls der gewöhnlichen landwirthschaftlichen Praxis nicht entsprechend; denn 1—1¼ Jahr verweilt der Mist gewöhnlich nicht auf der Dungstätte.

Tabelle I.

		Im Freien		Unter Dach verrottet			
		frischer Mist. %	verrotteter Mist. %	ohne Zusatz. %	mit Kohle. %	mit Kalk. %	mit Gyps. %
Trockensubstanz		27,74	20,20	24,20	28,10	40,40	29,88
Stickstoff im trockenen Miste		1,648	2,132	2,616	2,528	2,556	2,475
Bei 25 % Trockensubstanz.	Lösliche Stoffe überhaupt	3,514	3,120	3,356	2,230	2,013	2,158
	" Mineralstoffe	1,167	1,254	1,794	1,170	1,107	1,372
	" organische Stoffe	2,347	1,866	1,562	1,060	0,896	0,786
	Unlösliche Stoffe überhaupt	21,486	21,880	21,644	22,770	22,997	22,842
	" Mineralstoffe	2,320	7,877	6,166	5,765	8,089	6,797
	" organische Stoffe	19,166	14,003	15,478	17,005	14,908	16,045
	Gesammtmenge der Asche	3,487	9,131	7,960	6,935	9,196	8,469
	" " organischen Stoffe	21,513	15,869	17,040	18,065	15,804	16,831
	" des Stickstoffs	0,412	0,533	0,654	0,632	0,639	0,617
	Löslicher Stickstoff	0,196	0,111	0,178	0,149	0,128	0,073
	" als Ammoniak	0,038	0,017	0,008	0,011	0,003	0,005
	" " Salpetersäure	—	—	0,060	0,069	0,067	0,026
	Unlöslicher Stickstoff	0,216	0,422	0,476	0,483	0,511	0,544

Tabelle II.

Absolutes Gewicht des Mistes und einiger Bestandtheile.

	Im Freien.			Unter Dach, ohne Zusatz.			Unter Dach, mit Kohle.			Unter Dach, mit Kalk.			Unter Dach, mit Gyps.		
	Frisch. ℔	Verrottet. ℔	%	Frisch. Grm.	Verrottet. Grm.	%	Frisch. Grm.	Verrottet. Grm.	%	Frisch. Grm.	Verrottet. Grm.	%	Frisch. Grm.	Verrottet. Grm.	%
Feuchter Mist . .	14330	6730	46,9	24564	12004	48,8	14694	6639	45,2	10836	4456	41,1	12723	6053	47,6
Trockensubstanz . .	3975	1360	34,2	6814	2905	42,6	4076	1740	42,7	3006	1800		3529	1809	
Organ. Substanz .	3420	863	25,2	5863	1980	33,8	3507	1223	34,8	2587	1139	44,0	3037	1205	40,0
Stickstoff	65,5	28,9	44,1	112,5	76,0	67,6	66,3	47,1	71,0	49,6	45,9	92,5	58,3	45,2	77,5
Asche	555	497		951	925		569	517		419	661		492	594	
Wasser	10855	5370	52,1	17750	9099	51,3	10618	4783	45,1	7830	2659	33,9	9194	4244	46,2
Gewichtsabnahme des Wassers . .	4985			8651			5835			5174			4950		
Gewichtsabnahme des Mistes . .	7600			12550			8105			6630			6870		
Differenz	2615			3899			2270			1456			1920		
Verlust an organ. Substanz . . .	2557			3888			2282			1448			1832		

Von dem frischen und dem im Freien verrotteten Mist ist ferner auch die Asche der speciellen Analyse unterworfen worden. Die Resultate dieser Analysen zeigen die folgenden Tabellen, von denen die erste die Angaben in Procenten und die andere in absoluten Zahlen bei 25% Trockensubstanz enthält.

	In Wasser lösliche Bestandtheile.		In Wasser unlösliche Bestandtheile.		Zusammen.	
	frischer Mist.	verrott. Mist.	frischer Mist.	verrott. Mist.	frischer Mist.	verrott. Mist.
Organische Stoffe . . .	2,347	1,866	19,166	14,003	21,513	15,869
Stickstoff in organ. Verb.	0,158	0,094	0,216	0,422	0,374	0,516
„ als Ammoniak .	0,038	0,017	—	—	0,038	0,017
Mineralstoffe	1,167	1,254	2,320	7,877	3,487	9,131
Phosphorsäure	0,069	0,083	0,060	0,252	0,129	0,335
Kali	0,292	0,300	0,056	0,221	0,348	0,521
Chlorkalium	0,251	0,171	0,049	0,126	0,300	0,297
Natron	0,048	0,070	0,005	0,039	0,053	0,109
Kalk	0,103	0,122	0,311	1,040	0,414	1,162
Magnesia	0,051	0,043	0,068	0,234	0,119	0,277
Schwefelsäure	0,046	0,057	0,029	0,063	0,075	0,120
Kieselsäure	0,184	0,299	0,627	2,032	0,811	2,331
Eisenoxyd	0,042	0,055	0,061	0,213	0,103	0,268
Kohlensäure	0,082	0,054	0,151	0,481	0,233	0,535
Sand	—	—	0,903	3,174	0,903	3,174

	Gesammtmenge der Bestandtheile.			Lösliche Bestandtheile.		
	frischer Mist. ℔	verrott. Mist. ℔	Procente.	frischer Mist. ℔	verrott. Mist. ℔	Procente.
Organische Stoffe . . .	3420	863	25,2	373,2	101,5	27,2
Stickstoff in organ. Verb.	59,5	28,1	47,2	2,51	5,1	20,3
„ als Ammoniak .	6,0	0,8	13,3	6,0	0,8	13,3
Mineralstoffe	555	497	89,5	185,6	68,2	36,7
Phosphorsäure	20,5	18,6	90,7	11,0	4,5	40,9
Kali	85,5	38,5	45,0	71,7	22,2	31,0
Natron	8,4	5,9	70,2	7,6	3,8	50,0
Kalk	65,8	63,2	96,1	16,4	6,6	40,2
Magnesia	18,9	15,1	80,0	8,1	2,4	29,6
Schwefelsäure	11,9	6,5	54,6	7,3	3,1	42,5
Kieselsäure	129,0	126,8	98,3	29,3	16,3	55,6
Eisenoxyd	16,4	14,6	84,0	6,7	3,0	44,8
Sand	143,6	172,7	—	—	—	—

§ 87.

Die Mistanalysen von Boussingault, Schmidt, R. Hoffmann, Petermann und P. Bretschneider.

Schließlich füge ich den obigen Untersuchungen über den Mist noch die folgenden von Boussingault, Schmidt, R. Hoffmann und Petermann bei, zu denen ich vorher noch das Folgende bemerke:

1. Boussingault untersuchte in den Jahren 1837—39 den halbverwesten Dünger von Pferden, Hornvieh und Schweinen. Die auf der folgenden Tabelle aufgeführten Zahlen sind die Mittelzahlen aus mehreren Bestimmungen, und zwar in Betreff der Elementaranalyse aus 6.

2. u. 3. Die von Schmidt untersuchten Proben stammen aus zwei Rindviehställen Livlands und wurden Mitte Februar 1859 aus der Mitte der Düngerlager entnommen.

4. Der von R. Hoffmann analysirte Mist ist 4 Wochen alter Rindviehdünger, gewonnen bei Fütterung von 100 ℔ Grünklee und 5 ℔ Roggenstroh.

5. Von den von A. Petermann untersuchten Proben stammte:

a. von dem Gute des landwirthschaftlichen Institutes zu Gembloux und war am 30. Januar einem Düngerhaufen von circa 100000 Kilo entnommen, welche während der Monate October und November 1872 durch den täglichen Zuwachs der Düngerproduction der Kuh-, Pferde- und Schweinehaltung gewonnen worden. Der Düngerhaufen war, wie dort üblich, von Zeit zu Zeit im Ganzen mit 1200 Kilo Phosphaten, mit 24,2% Phosphorsäure und 2000 Kilo Wollabfällen mit 2,59% Stickstoff und 0,35% Phosphorsäure überstreut worden. Der Dünger war somit 2—4 Monate alt. Von diesem Haufen wurde beim Abfahren am 30. Januar ein verticaler Durchschnitt durch die ganze Länge des Haufens in Stärke von circa 200 Kilo entnommen und diese Probe auf der Stelle zertheilt, soviel wie möglich gemischt und dann sogleich der Untersuchung unterworfen.

b. rührt aus einer Brennereiwirthschaft ebendaselbst her. Der Dünger war durch Ochsen producirt worden, welche mit Schlempe unter Zusatz von Leinkuchen ernährt worden waren.

Ob die Dunghaufen bei a und b durch eine rationell angebrachte Dungstätte vor Verlusten an Jauche geschützt gewesen sind, geht aus den vorliegenden Angaben nicht hervor; aus der Bezeichnung „Düngerhaufen" muß wohl geschlossen werden, daß dies nicht der Fall gewesen ist.

6. P. Bretschneider untersuchte Kuhmist, Pferdemist und Schafmist.

	I. Boussingault.	II. Schmidt.	III. Schmidt.	IV. Hoffmann.	V. Petermann.		VI. Bretschneider.		
					a.	b.	Kuhmist	Pferdemist	Schafmist
Wasser	79,62	77,705	74,021	72,870	76,935	75,927	75,00	72,13	69,30
Trockensubstanz	20,38	22,295	25,979	27,130	23,065	24,073	25,00	27,87	30,70
Kohlenstoff	7,296								
Wasserstoff	0,856	16,887	21,558	22,540	15,504	18,474	18,01	23,83	23,40
Sauerstoff	5,256								
Stickstoff	0,408	0,542	0,406	0,785	0,463	0,529	0,46	0,66	0,61
Freies Ammoniak	nicht	0,061	0,039	nicht	0,304	0,168	0,27	0,44	0,45
Gebundenes Ammoniak	bestimmt	0,100	0,037	bestimmt					
Mineralstoffe	6,562	4,705	3,939	6,700			—	—	—
Chlor	0,039	0,070	0,059	—	0,084	0,032	0,05	0,14	0,22
Kali	0,511	0,461	0,556	1,690	0,567	0,471	0,39	0,59	0,76
Natron		0,079	0,124	—	0,211	0,148	0,06	0,02	0,06
Kalkerde	0,564	0,373	0,583	0,410	0,817	0,314	0,24	0,41	0,60
Magnesia	0,236	0,108	0,131		0,099	0,012	0,18	0,17	0,06
Eisenoxyd	0,400	0,144	0,085	—	0,178	0,434	0,27	0,16	0,17
Thonerde		0,210	0,150	—	—	—	0,06	0,04	0,11
Phosphorsäure	0,197	0,126	0,074	0,200	0,606[1])	0,555[2])	0,14	0,12	0,21
Schwefelsäure	0,125	0,120	0,081	0,230	0,216	0,069	0,13	0,30	0,28
Kieselsäure und Sand resp. Thon	4,51	3,029	2,129	1,120 Kieselsäure	3,553	2,338	5,01	1,47	4,17

[1]) davon löslich 0,118 %. [2]) davon löslich 0,287 %

Kapitel IV.

Behandlung des Düngers in der Dungstätte und auf dem Felde.

A. In der Dungstätte.

§. 88.

Wir haben jetzt die Veränderungen und die Verluste, welche der Dünger auf der Dungstätte erleidet, kennen gelernt und können nun um so besser die Nothwendigkeit einer rationellen Behandlung des Düngers auf der Dungstätte würdigen.

1. Möglichst gleichmäßiges Ausbreiten und Ebnen.

Zunächst muß dafür Sorge getragen werden, daß beim Herausschaffen des Mistes aus den Ställen auf die Dungstätte derselbe auf dieser möglichst gleichmäßig ausgebreitet und nicht schubkarrenartig, wie man es leider nur zu oft zu beobachten Gelegenheit hat, auf derselben liegen bleibt.

2. Mischung der einzelnen Dungarten.

Der Mist der einzelnen Hausthiere, als: der Pferde-, Rind- und Schweinemist muß ferner auf der Dungstätte so gleichmäßig als möglich vertheilt werden, so daß der hitzige Pferdedünger mit dem kalten Rindviehdünger und dem meistens auch kalten Schweinedünger möglichst gleichmäßig vermischt wird. Geschieht dies, so wird die hitzige Natur des Pferdemistes durch die kalte Beschaffenheit des Rindviehmistes mehr und mehr ausgeglichen und so eine gleichmäßige Zersetzung des Ganzen bewirkt.

Im Allgemeinrn muß es das Bestreben des Landwirthes sein, einen Mist von so gleichmäßiger, wie möglicher Beschaffenheit zu produciren, weil er dann im Stande ist, sein Feld gleich-

mäßig düngen zu können, was für den gleichmäßigen Stand der Früchte durchaus nothwendig ist.

Vielfach können dagegen aber auch die Bodenverhältnisse des Gutes verschiedene Ansprüche an den Dünger machen, so daß der Landwirth veranlaßt ist, den Pferdemist, sowie Rindviehmist für sich zu verwenden. In diesen Fällen findet natürlich das unter 2 Gesagte keine Anwendung.

3. Festtreten des Düngers.

Der Dünger muß auf der Dungstätte festgetreten werden, um der atmosphärischen Luft nur einen beschränkten Zutritt zu demselben zu gewähren und so eine zu rasche Zersetzung des Düngers zu verhindern.

Dies Festtreten des Düngers geschieht am besten durch das Vieh, zu welchem Zwecke dasselbe so oft wie es die Witterungsverhältnisse gestatten, auf die Dungstätte zu lassen ist.

Die freie Bewegung des Viehes auf der Dungstätte hat aber nicht nur seinen großen Vortheil für den Mist, sondern auch ebenso für das Vieh, da bei der Stallfütterung, welche ja bei dem intensiven landwirthschaftlichen Betriebe überall eingeführt ist, für den Gesundheitszustand der Thiere eine täglich mehrstündige Bewegung in der freien Luft sehr vortheilhaft ist.

4. Feuchthaltung des Düngers.

In den warmen und trockenen Sommermonaten ist es nothwendig, den Mist von Zeit zu Zeit anzufeuchten, was am besten mit der in dem Jauchebehälter angesammelten Jauche bewerkstelligt wird. Ein gleichmäßiger Feuchtigkeitsgehalt ist für eine gleichmäßige Zersetzung des Düngers durchaus nothwendig. So bald der Dünger austrocknet, wird die Zersetzung beschleunigt, was stets Verluste an durch die Zersetzung gebildeten flüchtigen Stoffen, abgesehen von andern Nachtheilen, zur Folge hat.

Die folgenden Zahlen mögen den Verlust, welchen der Dünger durch Austrocknen erleiden kann, darthun.

Nach Bailey verlor ein Stalldünger, der einen Wassergehalt von 56% hatte, beim Austrocknen bei 100° C. so viel Ammoniak, daß dessen Menge, auf ein Fuder Dünger berechnet, reichlich $^2/_3$ T betrug; beim Pferdemist entstand ein Verlust von über $1^1/_3$ T.

Wolff fand den Verlust eines Schafdüngers, welcher 3 Monate lang im Stalle gelegen hatte und 71% Wasser enthielt, im Wasserbade bis zur völligen Trockenheit eingedampft, zu $^1/_3$% seines Gewichts an Ammoniak; im trockenen Dünger waren noch $^2/_3$% Stickstoff zurückgeblieben, so daß also durch das Austrocknen $^1/_3$ des ganzen Stickstoffs verloren gegangen war.

Diese Zahlen zeigen die Nachtheile des Austrocknens, indem dadurch das gebildete, noch nicht in nicht flüchtige Verbindungen

überführte Ammoniak verloren geht. Da aber ferner durch ein mäßiges Austrocknen die Zersetzung beschleunigt wird, so haben wir die Verluste, welche der Dünger beim Austrocknen erleidet, also sowohl in Verlusten an bereits gebildetem Ammoniak, sowie an den Stoffen zu suchen, welche durch die schnellere Zersetzung gebildet werden und flüchtig sind.

§ 89.

5. Behandlung des Düngers mit den Stoffen, welche zur Bindung des flüchtigen kohlensauren Ammoniaks dienen.

a. Auf der Dungstätte.

Was die Behandlung des Düngers auf der Dungstätte mit künstlichen, die Bindung des flüchtigen kohlensauren Ammoniaks bezweckenden Mitteln anbetrifft, so halte ich diese nicht für nothwendig und zwar aus folgenden Gründen. Will der Landwirth von dergleichen Mitteln bei seiner Dünger-Production Gebrauch machen, so ist ja dies, wie wir gesehen haben, nur vortheilhaft für ihn, aber dann thue er es nicht auf der Dungstätte, sondern bereits im Stalle, wo nicht nur sein Dünger, sondern auch sein Vieh Nutzen davon hat. Ist der Dünger im Stalle gegypst u. dgl., so ist dies natürlich auf der Dungstätte nicht nöthig.

Man könnte zwar noch annehmen, daß für den Dünger auf der Dungstätte mehr erforderlich sei, als im Stalle, da er sich daselbst ja weiter zersetzt, und so mehr Ammoniak gebildet wird; dies ist aber trotzdem nicht der Fall; denn zugleich mit dem Ammoniak entstehen ja die Humussäuren, durch die ein bedeutender Theil des gebildeten Ammoniaks gebunden wird.

Eine von Zeit zu Zeit wiederholte Bedeckung des Düngers mit einer dünnen Erdschicht, noch besser Torf, kann dagegen vielfach von Vortheil sein, weil die Erde das sich etwa noch verflüchtigende Ammoniak bindet und zugleich noch alle die Vortheile für den Dünger hat, die wir bereits früher besprochen haben. Erwähnt mag ferner noch werden, daß sie für die Thiere, welche des Feststampfens wegen auf die Dungstätte gelassen werden müssen, in Betreff des Lagerns u. s. w. ebenfalls noch Vortheile darbietet.

Ein Unterstreuen des Mistes mit Rapsstroh, das ja nur in stroharmen Jahren als Streumaterial eine andere Verwendung findet, ist ebenfalls zu empfehlen. Das Rapsstroh wird so am leichtesten und am schnellsten in Dünger verwandelt.

Bei Ueberschuß von Streustroh und der Nothwendigkeit der Verwendung desselben in der Wirthschaft ist das Ueberstreuen des Düngers auf der Dungstätte mit demselben aus dem soeben beim Rapsstroh angegebenen Grunde gleichfalls als durchaus rathsam zu nennen.

Gegen die von C. E. Bergstrand vorgeschlagene Methode der Ueberführung des Strohes in Dünger vermittelst Compostirung mit pulverisirten Rapskuchen, halte ich die oben von mir genannte für entschieden einfacher und zweckentspechender.

Bergstrand bringt das Stroh in Haufen von circa 2 bis $2^1/_2$ m. Höhe, durchfeuchtet denselben mit Wasser, in welchem der pulverisirte Rapskuchen aufgeweicht ist und bedeckt den Haufen dann mit einer 10—12 Centimeter starken Erdschicht. Die Erde soll zur Aufnahme der sich während der Zersetzung bildenden Gase dienen. Der Haufen wurde nach Verlauf eines Monats umgelegt, nochmals durchfeuchtet und bleib dann noch ohne weitere Behandlung $1^1/_2$ Monate liegen. Angewendet waren 30 Fuder Stroh und 3 Ctr Rapskuchen; hieraus waren nach $2^1/_2$ Monat circa 30 Fuder Dünger geworden. Die vorgenommene Untersuchung ergab die Zusammensetzung dieses Düngers wie folgt:

Wasser	74,36
Org. Substanz . . .	15,63
Asche	10,01
	100,00
Stickstoff	0,23%
Phosphorsäure . . .	0,10 „
Kali	0,17 „

Diese Methode würde da, wo außergewöhnlich große Strohmengen in Dünger zu verwandeln sind, zu empfehlen sein.

b. Im Jauchenbehälter.

Wenn wir uns soeben gegen eine Behandlung des Düngers mit Schwefelsäure, Gyps u. s. w. aussprachen, so betrifft dies aber nur den festen, auf der Dungstätte befindlichen Dünger, nicht aber die in dem Jauchenbehälter befindliche Jauche, sondern für diese ist eine besondere Behandlung durchaus zu empfehlen. Wir wissen ja aus dem vorigen, daß die Jauche reich an Stickstoffverbindungen ist, und zwar an solchen, welche große Neigung haben, sich zu zersetzen. Da sich in dem Jauchenbehälter die für ihre Zersetzung, vor Allem im Sommer, nothwendigen Factoren vereinigen, und der Stickstoff bei der Umsetzung zum Theil die Form des flüchtigen Ammoniaks annimmt, so folgt daraus, daß die Jauche leicht Stickstoff wird verlieren können, und daß man somit gut thut, zur Bindung des gebildeten Ammoniaks entsprechende Mittel anzuwenden.

Von den früher besprochenen Conservations-Mitteln eignen sich für die Jauche vor Allem die beiden Säuren, nämlich die Salzsäure und Schwefelsäure; die bei ihrer Anwendung im Stalle gegen sie vorgebrachten Gründe fallen natürlich hier fort. In Betreff der Bindung des Ammoniaks erfüllen sie ihre Aufgabe vollständig und wirken zugleich noch die Zersetzung erschwerend und so diese verlangsamernd.

Gyps und Alaunabfälle sind hier weniger zu empfehlen, weil bei der Umsetzung derselben mit dem kohlensauren Ammoniak kohlensaurer Kalk, resp. Thonerdehydrat entstehen, Verbindungen, welche unlöslich sind, somit in der Jauche zu Boden sinken und dadurch zu Verstopfungen u. dgl. Veranlassung geben können.

Von der Schwefelsäure sind 1 ℔ auf 60—70 ℔ Jauche und von der Salzsäure 1 ℔ auf 70—80 ℔ ersterer anzuwenden.

B. Behandlung des Düngers auf dem Felde.

§ 90.

Wenn der Dünger vom Hofe auf's Feld gebracht ist, so sind drei Arten der Behandlung desselben im Gebrauch; man bringt nämlich

1. den Dünger zunächst in kleine Haufen, oder
2. „ „ „ „ große „ oder
3. man breitet ihn sogleich und läßt ihn entweder
   α. ausgebreitet eine Zeitlang oben aufliegen; oder
   β. er wird gleich nach dem Breiten untergebracht.

1. Setzen des Düngers in kleine Haufen.

Das Setzen von kleinen Haufen Dünger ist unter allen Umständen zu verwerfen und zwar aus folgenden Gründen:

α. Wiederholtes Rühren des Düngers.

Der Dünger wird beim Ausfahren aus der Dungstätte aufgerührt und erleidet hierdurch, wenn nicht für die vollständige Bindung des gebildeten Ammoniaks Sorge getragen ist, was ja aber leider meistens der Fall nicht ist, Verluste an Stickstoff. Wird er auf dem Felde abgeladen und in kleine Haufen gesetzt, so wiederholt sich dieser Verlust, der zum dritten Male eintritt, wenn er später gebreitet wird. Dies ist jedoch nur der geringste Vorwurf, welcher diesem Verfahren zu machen ist, viel wichtiger ist der folgende.

β. Auslaugung der Dunghaufen.

Die Dunghaufen werden durch Regen, resp. Schneewasser, ausgelaugt; das Lösliche wird, wenn der Boden nicht gefroren, in die Ackerkrume entführt. In diesem Falle geht das Gelöste dem Acker nicht verloren; es kommt aber nicht der ganzen Ackerfläche, sondern nur den Stellen zu Gute, auf denen die Haufen liegen, da nach den Gesetzen der Absorption die Stoffe sich im Boden nur äußerst langsam bewegen; diese Stellen werden hierdurch zu stark gedüngt und zeichnen sich später stets durch einen geilen Stand der Pflanzen aus. Die ganze andere Fläche wird mit dem ausgelaugten Mist gedüngt, und so natürlich um so schlechter. Während also ein Theil des Feldes bei diesem Verfahren zu viel, erhält die größere Fläche zu wenig, und es wird somit gegen den ersten Grundsatz bei der Düngung, eine Ackerfläche so gleichmäßig wie möglich zu düngen, sehr gefehlt.

Ist der Boden gefroren, so können durch Abfließen des Gelösten Verluste entstehen.

γ. Aufhören der Zersetzung.

Die kleinen Haufen, welche einerseits durch die meteorischen Niederschläge ausgelaugt und somit auch der löslichen organischen stickstoffhaltigen Stoffe, welche für die Zersetzung als Hauptträger derselben so wichtig, beraubt sind, werden dann noch leicht durch den Wind ausgetrocknet und so die weitere Zersetzung des Düngers dadurch bedeutend erschwert. Die Zersetzung kann natürlich überhaupt nur in den warmen Monaten des Jahres stattfinden, da ja für dieselbe die Wärme ein nothwendiger Factor ist, welcher bei der Winterkälte, die den kleinen Haufen ganz durchdringt, vollständig fehlt.

δ. Verluste durch vergrößerte Oberfläche.

Eine weitere Zersetzung des Düngers in den kleinen Haufen, wenn sie erfolgt, führt schließlich, da die Oberfläche, welche der Haufen der Luft darbietet, eine verhältnißmäßig große ist, weitere Verluste an Stickstoff herbei.

§. 91.

2. Setzen des Düngers in große Haufen.

Das Setzen von großen Haufen ohne Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln ist ebenso verwerflich, wie das der kleinen

Haufen und zwar aus den bereits bei 1 angeführten Gründen. Zu bemerken ist noch das Folgende:

α. Verluste durch Auslaugen.

Das Auslaugen geht hier zwar weniger leicht und vollständig vor sich, wie bei den kleinen Haufen, die ungleichmäßige Düngung des Feldes tritt hier aber noch in höherem Grade als bei 1 hervor, da die Fläche, auf welcher die Dungmassen nicht stehen, die also später mit dem ausgelaugten Mist gedüngt wird, eine viel größere als bei 1 ist.

β. Verluste durch fortgesetzte Zersetzung und größere Oberfläche.

Die Zersetzung geht in den großen Haufen immer vor sich, da hier die durch die Zersetzung erzeugte Wärme dem Dunghaufen wenigstens zum Theil verbleibt, und so die für diesen Act nothwendige Wärme nicht in dem Grade wie bei 1 fehlt; aus welchem Grunde dann auch die Verluste, welche durch Abgabe flüchtiger Stoffe an die Atmosphäre entstehen, hier bedeutender als bei 1 sind.

γ. Vorsichtsmaßregeln bei'm Setzen großer Haufen.

Da aber die landwirthschaftliche Praxis dies Verfahren vielfach als nothwendig anwenden muß, weil entweder eine Dungstätte fehlt, oder das sofortige Breiten aus Mangel an Zeit oder aus klimatischen Ursachen nicht thunlich ist, so müssen für diese Fälle gewisse Vorsichtsmaßregeln angewandt werden; geschieht dies in der richtigen Weise, so ist das Setzen großer Haufen dann auch weniger tadelnswerth.

Ist man nicht im Stande, den Dung gleich zu breiten, so ist das Setzen von großen Haufen in der Art ohne wesentliche Verluste möglich, daß man den Dung mehrfach mit Erde durchschichtet und mit Erde bedeckt. Daß hierbei der Boden, auf den der Haufen gesetzt wird, vollkommen eben und keine abhängige Lage haben darf, ist selbstverständlich, und doch sieht man nicht gar zu selten, daß gegen diese so einfache Bedingung sehr gesündigt wird.

Bei einem so präparirten Dunghaufen findet weder ein Auslaugen durch die meteorischen Niederschläge, noch eine zu schnelle Zersetzung mit den mit derselben nothwendig verbundenen Verlusten statt. Das Auslaugen ist nicht möglich, da die zwischen dem Dünger befindlichen Erdschichten die von dem Wasser gelösten Stoffe wieder absorbiren und festhalten; die Verluste durch

Verflüchtigung von Stoffen anderseits nicht, weil die Zersetzung in solchen Haufen bedeutend langsamer erfolgt, indem die Erde eine irgendwie erhebliche Erwärmung unmöglich macht und die erzeugten flüchtigen Stoffe, vor Allem das kohlensaure Ammoniak, von der Erde ebenfalls absorbirt werden

§. 92.

3. Ausbreiten des Düngers auf dem Felde gleich beim Fahren.

Das sofortige Ausbreiten des Düngers ist unter den meisten Verhältnissen vor Allem zu empfehlen; hierbei sind zwei Verfahren im Gebrauch, nämlich:

a. Ausbreiten und zeitweiliges Obenaufliegenlassen des Düngers, und

b. Ausbreiten mit sofortigem Unterbringen.

a. Sofortiges Ausbreiten des Düngers und zeitweiliges Obenaufliegenlassen desselben.

Dies Verfahren wird von vielen Seiten sehr empfohlen, da es für den Acker in manchen Beziehungen wesentliche Vortheile darbietet. Das Obenaufliegenlassen des Düngers ist jedoch nur da anwendbar, wo die Aecker horizontal sind, also keine abschüssige Lage haben. Ist die Oberfläche des Feldes eine geneigte, so treten Verluste für den Dünger ein, weshalb bei solchen Feldern das Obenaufliegenlassen des Mistes entschieden zu verwerfen ist. Der Dünger wird durch die atmosphärischen Niederschläge ausgelaugt, und das Gelöste geht, soweit es von der Ackererde nicht aufgenommen werden kann, dem Felde verloren. Diese Verluste kommen vor Allem im Winter vor, wenn der Mist auf gefrorenem Boden liegt und Thauwetter eintritt. Der gefrorene Mist thaut auf, Regen oder Schneewasser laugen ihn aus und das Gelöste folgt, da der Boden noch fest ist, dem Gefälle des Feldes. Starke Regen führen auch bei nicht gefrorenem Boden ähnliche Verluste herbei.

Der wichtigste Vorwurf, welcher gegen das Obenaufliegenlassen des Mistes erhoben worden ist, besteht in der Annahme, daß der Dünger hierdurch flüchtiges kohlensaures Ammoniak verliere. Dieser Einwand ist jedoch ein durchaus unbegründeter, wie dies die folgende Betrachtung und die Versuche von Hellriegel auf das Bestimmteste darthun. In jedem rationell behandelten Dünger ist die Menge des nicht gebundenen, also flüssigen Ammoniaks, eine sehr geringe, anderseits besitzt die Ackererde das

Vermögen, gasförmiges Ammoniak zu binden; aus diesem folgt, daß die geringen im Dünger vorhandenen nicht gebundenen Mengen von flüssigem Ammoniak von der Erde absorbirt werden, und somit ein Verlust an diesem so wichtigen Nährstoffe nicht entstehen kann.

Das soeben Gesagte, gilt, wie bereits bemerkt, nur von rationell behandeltem Stallmiste. In jedem anderen Miste finden wir größere Mengen nicht gebundenen Ammoniaks, von denen ein Theil beim ausgebreiteten Dünger verloren gehen wird. Am stärksten wird der Verlust bei sehr verrottetem und auf der Dungstätte schlecht behandeltem Miste sein, wenn derselbe in den heißen Sommermonaten oben aufgebreitet liegt. Da leider noch auf sehr, sehr vielen Gütern der Stallmist nicht so behandelt wird, wie dies sein soll, so wird auch wohl bei dem gebreiteten Dünger leicht ein Verlust an dem so werthvollen Ammoniak eintreten können. Es ist dies ein Umstand, der im Allgemeinen dem Obenaufliegenlassen des Düngers das Wort nicht redet.

Für rationell behandelten Dünger bestätigen die folgenden Versuche von Hellriegel das Vorhergesagte im vollen Sinne.

Hellriegel brachte auf einen mit Erde gefüllten Blumentopf, dessen Oberfläche circa 134 Quadratcentimeter betrug, eine Schicht Dünger, stellte hierüber eine Glocke, welche so eingerichtet war, daß über dem Dünger die Luft wechselte, oder mit andern Worten, daß man fortwährend einen Luftstrom über dem Dünger erhalten konnte. Der Versuch dauerte 36 Tage, in welcher Zeit 1030 Liter Luft durchgezogen worden waren. Das hierbei verloren gegangene Ammoniak betrug 0,007 Grm.

Bei einem andern Versuch war der Dünger 1 1/2 Zoll unter die Erde gebracht; hierbei waren keine wägbaren Spuren verloren gegangen.

Bei einem zweiten Versuche wurden 360 Grm. Dünger auf circa 111 Quadratcentimeter Fläche ausgebreitet und während 80 Tage täglich 10 Liter Luft durchgezogen; hierbei ergaben sich die folgenden Resultate:

	Stickstoff verflüchtigt in Milligr.	Im Dünger zurückgebliebener Stickstoff; in % des trockenen Düngers
1. Frischer Dung.		
Oben ausgebreitet (Boden kalkarm) . .	1,5	
desgleichen (Boden kalkreich) . .	1,8	1,39
2. Verrotteter Dünger.		
Oben ausgebreitet (Boden kalkarm) . .	2,0	1,70
desgleichen (Boden kalkreich) . .	1,6	1,54
Untergebracht, (Boden kalkarm [1 Zoll]) .	2,1	1,96

Diese Versuche zeigen, daß sich von dem Stickstoffe des während der Sommer- und Herbstzeit 80 Tage obenaufliegenden Düngers auf lehmigen Boden, im feuchten Zustande, kaum wägbare Mengen verflüchtigt haben.

Dieser Einwand gegen das Obenaufliegen des Düngers fällt somit in sich zusammen; dagegen lassen sich für dies Verfahren noch folgende wichtige Vortheile anführen.

a. Die Dungmasse bleibt unter sich mehr im Zusammenhang, wie bei dem Unterbringen, weshalb auch die Zersetzung derselben, vorausgesetzt, daß es nicht an Feuchtigkeit und Wärme fehlt, schneller als bei dem untergebrachten vor sich geht.

b. Durch des Obenaufliegen des Düngers erhält die Erde eine Decke, sie ist im geringeren oder höheren Grade beschattet und genießt so alle die Vortheile, welche diese für dieselbe hat, wie Förderung der Bewässerung, Regulirung der Boden-Temperatur, dadurch folgende bessere und schnellere Zersetzung der Erde selbst, in deren Gefolge Lockeruug des Bodens u. s. w., kurz sie bekommt das, was der Landwirth mit dem nicht gut definirbaren Worte „Gahre" bezeichnet.

c. Gleichmäßigere Vertheilung der Nährstoffe im Boden. Der Dünger wird beim Obenaufliegen vom Regen ausgelaugt, das Gelöste wird vom Boden absorbirt und in demselben so gleichmäßiger vertheilt, als beim gleichen Unterbringen des Düngers. Wir geben so dem Felde gewissermaßen eine flüssige Düngung auf äußerst bequeme und billige Weise, deren große Vortheile bekanntlich von England aus außerordentlich hervorgehoben sind.

Gegen das Obenaufliegenlassen des Düngers möchte indeß für manche Böden doch noch folgendes sprechen. Der oben aufliegende Dünger wird von dem Regen- resp. Schneewasser der löslichen Stoffe beraubt; diese gehen zwar dem Felde nicht verloren, sondern werden von dem Boden absorbirt. Der Verlust derselben führt indeß andere Nachtheile herbei: Diese Stoffe sind nämlich für die Zersetzung des Düngers, die ja im Boden bei intensivem Betriebe bald erfolgen soll, außerordentlich wichtig. Der dieser Stoffe beraubte Dünger muß daher, nachdem er untergepflügt, im Boden viel länger als solcher verbleiben als der nicht ausgelaugte Mist. Nachdem der Dünger eine Anzahl Wochen ausgebreitet auf dem Felde gelegen hat, bringen wir ja in der That nur eine strohige Dungmasse in den Boden. Ich habe nun durch Beobachtung das oben Gesagte vollkommen bestätigt gefunden.

Ein im Januar auf das Feld gebrachter und daselbst ausgebreiteter Dünger konnte wegen wieder eingetretenen Frostes nicht untergebracht werden. Der Dünger wurde alsdann anfangs April eingepflügt und Mitte Mai das Feld zur Bestellung für Kartoffeln vorbereitet. Es fand sich nun der Mist noch, so weit dies vom Auge beurtheilt werden kann, ganz unzersetzt vor, obgleich doch zwischen dem Einbringen und der neuen Bearbeitung ein Zeitraum von 7 Wochen, die der Mist im Acker gelegen hatte, verstrichen war.

Ein Ausbreiten des Düngers auf Schnee oder gefrorenem Boden kann für den Dünger, vorausgesetzt natürlich daß der Boden keine abschüssige Lage hat, keine Nachtheile hervorbringen.

Das Obenaufliegenlassen des Düngers wird sich aber nicht für jeden Boden empfehlen; bei leichtem Sandboden, der an sich schon sehr locker und trocken ist und ein geringeres Absorptionsvermögen für Ammoniak besitzt, ist das sofortige Unterbringen entschieden rathsamer.

b. Sofortiges Ausbreiten und Unterbringen des Düngers.

Die Vor- und Nachtheile, sowie Anwendung dieses Verfahrens, gehen aus dem soeben bei a Besprochenen ohne Weiteres hervor, so daß hier Nichts weiter zu erwähnen ist.

In Betreff der Tiefe des Unterbringens des Düngers sei noch bemerkt, daß der Dünger beim Unterbriugen mit Erde vollständig bedeckt sein muß, damit er die für seine weitere Zersetzung nothwendige Feuchtigkeit im Boden findet. Alle nicht untergebrachten, oder theilweise nicht oder weniger bedeckten Stücke bleiben als torfige Massen unzersetzt, und düngen so entweder gar nicht, oder nur theilweise.

4. Wichtigkeit der gleichmäßigen Vertheilnng des Düngers im Felde.

In Betreff der Vertheilung des Düngers auf, oder später im Acker ist noch als besonders wichtig hervorzuheben, daß eine so gleichmäßige, wie nur irgend möglich, angestrebt werden muß.

Alle Dungpartien, welche als größere Stücke zunächst auf den Acker und dann in denselben kommen, bleiben lange unzersetzt und können oft noch nach Jahren so wiedergefunden werden; die hierdurch entstehenden Nachtheile brauchen natürlich nicht weiter hervorgehoben zu werden. Man hört häufig Verwunderung darüber aussprechen, daß im Acker noch vollständig zusammenhängende Dungmassen nach längerer Zeit vorhergegangener Düngung gefunden worden sind; die Erklärung hierfür liegt in dem vorher Gesagten.

Ist so eine ungleichmäßige Vertheilung des Düngers für die Zersetzung desselben von Nachtheil, so beeinträchtigt sie natürlich ebenso die Wirkung der Düngung im Ganzen.

Die Hauptaufgabe einer rationellen Düngung ist immer die, alle Theile des Feldes so gleichmäßig, wie dies in der Praxis ausführbar ist, mit Pflanzennährstoffen — directen oder indirecten — zu versehen; dies ist nur

durch einen gleichmäßigen Dung und durch gute Vertheilung desselben auf dem Felde zu lösen.

Die folgende Untersuchung eines drei Jahre lang im Acker gelegenen Stallmistes von Grouven möge zur Illustration des Obengesagten dienen. Dieser Stallmist bestand in 100 Theilen aus

Wasser	10,0
Sand und Thon . . .	41,0
Humus	40,1 mit 1,90 Stickstoff.
Mineralsalze	8,9
	100,0

Die Mineralsalze enthielten:

Chlor	Spur
Schwefelsäure . .	0,38
Phosphorsäure .	1,15
Kali	0,12

Rechnet man diesen trockenen Dünger auf gewöhnlichen Stallmist mit 75% Wasser um, so ergiebt sich, daß derselbe bei diesem Wassergehalte noch einen Stickstoffgehalt von 0,528% gehabt hat, eine Zahl, welche beweist, daß die Zersetzung dieser Dungmasse bei ihrem 3jährigen Verweilen im Acker nur eine sehr geringe gewesen sein kann.

Kapitel V.

A. Wirkung des Düngers.

§ 93.

Die Wirkung eines vollständigen Düngers muß eine zwiefache sein: derselbe muß einerseits den Pflanzen alle die Nährstoffe, welche sie gebrauchen, in der erforderlichen Menge und in aufnahmefähigem Zustande zuführen und anderseits auch auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens günstig influiren. Wir haben daher die Wirkung des Stalldüngers nach diesen beiden Richtungen hin zu betrachten und zu untersuchen, ob er den Namen eines vollständigen Düngers verdient.

1. Physiologisch-chemische Wirkung des Stalldüngers.

a. Bietet der Stalldung den Pflanzen die Nährstoffe in der erforderlichen Menge dar?

Bei dieser Frage müssen wir wiederum zweierlei unterscheiden, ob der Stalldung nämlich für die ganze Gutsfläche die nöthigen Nährstoffe in der erforderlichen Quantität zu liefern im Stande ist, oder nur für einen Theil derselben.

§. 94.

α. Der Stalldung und die ganze Ackerfläche.

Soll der Stalldung als einziger Dung für die ganze Ackerfläche genügen, so muß er, falls keine Raubwirthschaft getrieben wird, von der wir selbstverständlich hier ganz abzusehen haben, dem Acker alle die Stoffe zuführen, welche ihm durch die Ernten entzogen worden sind. Dieser Anforderung kann der Stalldung jedoch nur in sehr vereinzelten Verhältnissen

entsprechen: es ist dies nur möglich, wenn die Wiesenverhältnisse des Gutes sehr günstige sind, oder, um es stricter auszudrücken, wenn die Wiesen, ohne Düngung von Seiten des Landwirthes, also vermöge ihrer natürlichen günstigen Lage und Beschaffenheit, durch das von ihnen erzielte Heu all die Stoffe ersetzen, welche das Gut in Form von pflanzlichen und thierischen Producten exportirt hat. Daß nur verhältnißmäßig wenige Güter derartige gute Wiesen in der nothwendigen Größe besitzen, bedarf wohl des Beweises nicht. Der Stallmist würde anderseits ebenfalls vollen Ersatz liefern können, wenn die durch den Verkauf von Feld- und Viehproducten exportirten Pflanzennährstoffe durch entsprechende Verwendung eingeführter Futterstoffe gedeckt würden. Bekannt ist jedoch, daß nur unter ganz besonderen Verhältnissen ein derartiger Verbrauch von Futterstoffen stattfindet, und daß dies sehr selten ist. Es kann nur bei ungewöhnlich starkem Viehstande der Fall sein. Alle anderen Güter, welche also nicht in dem Besitz von oben näher bezeichneten guten Wiesen sind und im Verhältniß zu ihrer Fläche keinen sehr hohen Viehstand haben und in Folge dessen keines sehr starken Futterzukaufes bedürftig sind, führen mehr aus, als sie durch die Wiesen und den Futterzukauf einführen; bei allen diesen Gütern kann der Stalldung nicht für die ganze Ackerfläche als ausreichend angesehen werden. Wenn diese Güter nicht ihre Aecker verarmen lassen wollen, mag dieser Zeitpunkt unter den einzelnen Verhältnissen auch noch eine große Reihe von Jahren hinausgeschoben sein, sind genöthigt, das, was die Wiesen nicht darbieten, dem Gute in Form von Futter- und Dungstoffen zuzuführen. Entsprechen die Wiesen nicht nur in Betreff ihrer Größe nicht der der Ackerfläche, sondern bedürfen auch sie noch der Düngung, um gute Ernten zu geben, so muß das an Nährstoffen Eingeführte noch um so viel vermehrt werden, als die den Wiesen gegebene Dungzufuhr beträgt.

Positive Zahlen können hier noch nicht angeführt werden, sind natürlich auch für jedes einzelne Gut nicht zu geben, sondern dieselben sind nur an der Hand der Statik des betreffenden Guts selbst zu finden. Das Erforderliche hierüber wird die Statik liefern.

§. 95.

β. Der Stalldung und ein Theil der Ackerfläche.

Wenn somit der Stalldung nur unter besonders günstigen Verhältnissen den ganzen Dungbedarf des Gutes zu decken ver-

mag, so bleibt jetzt weiter zu untersuchen, wie sich der Stalldung in dieser Beziehung gegen einen Theil der Ackerfläche verhält. Daß wir durch den Stalldung das Gut theilweise fruchtbar erhalten, d. h. einem Theile all die Stoffe zuführen können, welche wir demselben durch die Ernten entzogen haben, bedarf des Beweises nicht. Dies zeigt uns die Vergleichung der Zusammensetzung des Stallmistes mit dem Nährstoffbedürfnis der Pflanzen, wie wir letzteres im I. Bande kennen gelernt haben. Hieraus folgt unmittelbar, daß wir durch den Stallmist einem Theil der Felder all die Nährstoffe müssen zuführen können, welche die Pflanzen zu ihrem normalen Gedeihen bedürfen.

Anders gestaltet sich jedoch die Beantwortung der Frage, ob wir bei der Düngung mit Stalldung, wenn durch dieselbe alle Nährstoffe den Pflanzen in der erforderlichen Quantität zugeführt werden sollen, nicht einzelne im Ueberschuß geben müssen, und somit eine Luxus-Düngung nach einer Richtung hin treiben. Um diese Frage vollständig beantworten zu können, müßten wir alle verschiedenen Fruchtfolgen und die Beschaffenheit des jeweiligen Düngers vergleichen. Da uns dies hier nicht möglich ist, so möge es genügen, den Export von den wichtigsten Pflanzennährstoffen bei einigen Fruchtfolgen mit der Beschaffenheit des Rindviehdüngers nach den Angaben von Wolff, Schmidt und Völcker zu vergleichen. Von den Pflanzennährstoffen wähle ich hierbei das Kali und die Phosphorsäure.

Nehmen wir ferner als durchschnittlichen Ertrag pro Hectar an, daß derselbe beträgt:

	Körner, resp. Knollen und Wurzeln:	Stroh, resp. Kraut Blätter, Heu:
bei Weizen	50 Neuscheffel	40 Ctr.
„ Roggen . . .	40 „	30 „
„ Hafer	80 „	25 „
„ Gerste	60 „	20 „
„ Kartoffel . . .	400 „	100 „
„ Rüben	1200 „	300 „
„ Heu		80 „

und legen diese Zahlen dem Norfolker Turnus zu Grunde, so erhalten wir hier folgende Resultate:

	Kali:	Phosphorsäure:
Weizen . . .	25,36	19,83
Hafer	20,39	14,52
Kartoffel . . .	140,60	37,70
Heu	78,04	21,28
	264,39	93,33

Verhältniß = 2,83 : 1

	Kali:	Phosphorsäure:
Weizen . . .	25,36	19,83
Gerste . . .	19,44	16,79
Kartoffel . . .	140,60	37,70
Heu	78,04	21,28
	263,44	95,60

Verhältniß = 2,76 : 1

Roggen . . .	20,01	15,60
Hafer	20,39	14,52
Kartoffel . . .	140,60	37,70
Heu	78,04	21,28
	259,04	89,10

Verhältniß = 2,91 : 1

Weizen . . .	25,36	19,83
Hafer	20,39	14,52
Runkeln . . .	385,35	63,30
Heu	78,04	21,28
	509,14	118,93

Verhältniß = 4,28 : 1

Roggen . . .	20,01	15,60
Gerste	19,44	16,79
Runkeln . . .	385,35	63,30
Heu	78,04	21,28
	502,84	116,97

Verhältniß = 4,30 : 1

Ferner wähle ich noch die auf der Domäne Waldau befindliche Fruchtfolge mit den dort üblichen Erträgen pro Hectar:

Rotation.	Ertrag an Körnern, resp. Knollen. Neuscheffel resp. Ctr.	Ertrag an Stroh, resp. Kraut und Heu. Ctr.	Gehalt der Ernte an Kali Kilo	Gehalt der Ernte an Phosphorsäure Kilo
1. Brache	—	—	—	—
2. Winterrübsen	40	56	46,32	27,89
3. Weizen	62	88	45,28	28,36
4. Hülsenfrüchte (Erbsen) .	44	48	45,97	26,10
5. Roggen	62	80	44,04	27,91
6. Kartoffeln	180	48	63,76	17,15
7. Sommerung mit Klee und Gras (Gerste) .	62	72	46,50	23,03
8. Mäheklee		120	117,06	31,92
9. Weideklee		80	78,04	21,28
10. Roggen	62	80	44,04	27,91
			531,01	231,05

Verhältniß = 2,30 : 1.

Zum Schlusse führe ich noch die Fruchtfolge auf einer anerkannt gut geleiteten größeren lausitzer Besitzung an, deren Besitzer, Herr Hähnel auf Kuppritz und Hochkirch, mir gütigst die erforderlichen Zahlen zur Verfügung gestellt hat.

Fruchtfolge auf den Niederungsfeldern des Rittergutes Kuppritz.

Rotation	Ertrag		Gehalt der Ernte an	
	an Körnern resp. Knollen	an Stroh resp. Kraut, oder Heu	Kali	Phosphorsäure
	Ctr.	Ctr.	Kilo	Kilo
1. Rothklee	—	100	97,55	26,60
2. Winterroggen	52	85	47,94	31,36
3. Raps	36	77	63.70	37,68
4. Weizen (Weiß-)	74	103	58,06	40,54
5. Hafer	52	85	53,48	24,61
6. Kartoffeln	290	100	106,45	29,07
7. Gerste	55	68	48,16	28,49
			475,34	218,35

Verhältniß = 2,18:1.

Fruchtfolge auf den Höhenfeldern des Rittergutes Kuppritz:

Rotation	Ertrag an		Gehalt der Ernte an	
	Körnern resp. Knollen	Stroh resp. Kraut	Kali	Phosphorsäure
	Ctr.	Ctr.	Kilo	Kilo
1. Weißklee	—	60	29,55	25,20
2. Winterroggen	43	85	45,36	27,56
3. Raps	34	77	62,81	36,02
4. Winterung (Weizen)	44	85	43,07	26,44
5. Hafer	52	77	49,53	23,98
6. Kartoffeln	308	110	113,67	31,11
			343,99	170,31

Verhältniß = 2,02:1.

Fruchtfolge auf den Feldern des Rittergutes Hochkirch:

Rotation	Ertrag Körnern resp. Knollen	Ertrag Stroh resp. Kraut	Gehalt der Ernte an Kali	Gehalt der Ernte an Phosphorsäure
	Ctr.	Ctr.	Kilo	Kilo
1. Rothklee zu Heu und Samen	7,5	100	102,61	32,06
2. Winterroggen	43	85	45,36	27,56
3. Hafer	43	68	43,09	20,18
4. Weißklee	—	60	29,55	25,20
5. Winterroggen	43	85	45,36	27,56
6. Hafer	43	68	43,09	20,18
7. Kartoffeln	325	120	120,59	33,07
8. Winterroggen	38	68	36,75	22,72
			466,40	208,53

Verhältniß = 2,24 : 1.

Im Rindviehdünger sind nach Wolff in 100 Theilen 0,538 Theile an Kali und 0,129 Theile an Phosphorsäure, beide Stoffe mithin im Verhältnisse wie 4,17:1.

Nach den Analysen von Schmidt enthält der gerottete Rindviehmist an Kali 461%, resp. 0,556% und an Phosphorsäure 0,126% resp. 0,074%, hier somit das Verhältniß beider wie 3,66:1, resp. wie 7,51:1.

Nach Völcker schließlich enthält ein 3 Monate und 11 Tage alter Dünger in 100 Theilen Trockensubstanz 4,054 Theile Kali und 1,042 Theile Phosphorsäure, mithin beide Nährstoffe im Verhältniß = 3,88:1.

Diese Zahlen thun somit dar, daß wir wohl in den meisten Fällen unsern Feldern entweder eine für alle Stoffe nicht ausreichende, oder, wenn dies der Fall, eine Luxus-Düngung geben. Die Rechnung zeigt somit schon, daß es in der Regel rationell sein wird, einzelne Nährstoffe in Form der Hülfsdünger gemeinschaftlich mit dem Stalldünger resp. zu den Früchten, welche keinen Stalldung erhalten, anzuwenden.

§. 96.

b. Bietet der Stalldung den Pflanzen die Nährstoffe im assimilirbaren Zustande dar?

Die Verbindungen, in welchen die Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden, haben wir im I. Bde. besprochen, wir haben jetzt ferner die Zusammensetzung des Stalldungs und somit

die Verbindungen, in welchen die Nährstoffe in demselben vorkommen, kennen gelernt; bei Vergleichung beider können wir die Frage leicht beantworten: sie wird zu bejahen und auch zu verneinen sein, nämlich zu bejahen, wenn wir fragen, ob im Stalldung Pflanzennährstoffe im assimilirbaren Zustande enthalten sind; zu verneinen, wenn wir untersuchen, ob alle Nährstoffe in assimilirbaren Verbindungen vorkommen. Die Betrachtung der Zusammensetzung des Stallmistes hat uns ferner gezeigt, daß im frischen Dünger die geringste Menge aufnahmefähiger Nährstoffe vorhanden ist, und daß dieselbe mit dem Alter des Dunges zunimmt.

Hieraus könnte man folgern, daß es stets besser wäre, den Dung im verrotteten Zustande anzuwenden, da er dann ja die größte Menge assimilirbarer Stoffe enthält. Diese Folgerung ist, wenn wir den Mist vom physiologisch-chemischen Gesichtspunkte aus betrachten, auch eine entschieden richtige; da aber die Wirkung des Mistes nicht nur eine physiologisch-chemische, sondern auch eine physikalische, und letztere von sehr großer Bedeutung ist, so werden wir, bevor wir diesen Schluß ziehen können, noch erst die Unterschiede in der physiologisch-chemischen und in der physikalischen Wirkung des frischen und verrotteten Düngers besprechen müssen.

Die Unterschiede zwischen den beiden Dungarten hat zwar die frühere Betrachtung derselben bereits ergeben, nichts destoweniger werde ich dieselben nochmals kurz aufführen, um so zugleich die Frage, ob es besser, frischen oder verrotteten Dung anzuwenden, beantworten zu können, eine Frage, welche vielfach ventilirt worden ist.

§. 97.

c. Unterschied zwischen frischem und verrottetem Mist vom physiologisch-chemischen Standpuncte aus.

Bei der Zersetzung werden, wie wir gesehen haben, mehrere gasförmige Körper gebildet, welche dem Miste theilweise verloren gehen, und zwar Kohlensäure, Kohlenwasserstoffe, Wasser, Ammoniak, Stickstoff und Schwefelwasserstoff; hieraus folgt, daß der verrottete Mist ärmer an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, als der frische Mist, sein muß. Fassen wir vor Allem die drei ersten Stoffe in's Auge, welche in bei weitem größter Menge fortgehen, so können wir sagen, daß der verrottete Mist ärmer an humusbildenden Stoffen ist als der frische, und daß er außerdem noch Stickstoff und Schwefel

verloren hat, und zwar von beiden Stoffen um so mehr, je schlechter seine Behandlung im Stalle und auf der Dungstätte war. Könnte man annehmen, daß der Mist auf der Dungstätte rationell behandelt würde, was aber leider ja in den meisten Fällen nicht geschieht, so würde dies auch der einzige Unterschied zwischen beiden Mistarten in dieser Hinsicht sein; denn dann könnte er von den mineralischen Stoffen nichts oder verhältnißmäßig nur wenig verloren haben. Da aber die Behandlung des Mistes auf der Dungstätte leider meistens nicht die ist, die sie sein sollte, so unterscheiden sich auch beide Mistarten durch ihren Gehalt an mineralischen Nährstoffen, und zwar ist der frische Mist reicher an denselben als der verrottete, bei welchem Ausspruche ich natürlich nicht dieselbe Menge frischen und alten Mistes, sondern frischen und alten Mist im Auge habe, von denen der letztere aus derselben Menge frischen Mistes, wie jener, hervorgegangen ist. Der alte Mist ist nicht absolut, sondern nur relativ reicher an mineralischen Stoffen.

Den Unterschied zwischen frischem und verrottetem Mist in physiologisch-chemischer Hinsicht können wir somit dahin kennzeichnen, daß ersterer absolut reicher an Pflanzennährstoffen, dagegen ärmer an diesen in assimilirbarem Zustande ist, während der verrottete Mist relativ ärmer an Pflanzennährstoffen, dagegen reicher an assimilirbaren ist.

Dieser wesentliche Unterschied zwischen frischem und altem Dung wird vielfach nicht genügend beachtet, woher denn meistens die so günstigen Urtheile über den verrotteten gegenüber dem frischen Mist ihre Erklärung finden. Bringen wir gleiche Mengen von beiden Düngern auf's Feld, so erhält dasselbe durch den zersetzten Dünger nicht nur eine größere Menge assimilirbarer, sondern auch absolut mehr Nährstoffe; geben wir dagegen dem Felde entsprechend der durch die Zersetzung entstandenen Verminderung von verrottetem Dünger um so weniger, so daß also die Dungmengen, wenn der alte auf frischen Dung berechnet wird, gleich sind, so werden dem Felde durch den frischen Dung zwar weniger lösliche aber absolut mehr Nährstoffe zugeführt. Diese Thatsache muß bei der Vergleichung beider Dungarten wohl erwogen werden. Da ferner noch die physikalischen Wirkungen bei der Beurtheilung beider einen wesentlichen Factor abgeben, so müssen wir diese erst betrachten, bevor wir ein vollgültiges Urtheil fällen können.

2. Physikalische Wirkungen des Stalldüngers.

§. 98.

Die für das Pflanzenwachsthum günstigen physikalischen Eigenschaften der Bodenarten haben wir im I. Bd. bei der Betrachtung des Bodens kennen gelernt; wir haben nun hier zu untersuchen, wie diese durch den Stalldung, und zwar je nach dem Alter desselben, hervorgerufen, oder besser ausgedrückt, wie die physikalischen Eigenschaften der Ackererde durch denselben verbessert werden können.

a. Vermehrung des Humusgehaltes des Bodens.

Die Vermehrung der Humusmenge des Bodens kann, streng genommen, nicht zu den physikalischen Wirkungen des Stalldungs gezählt werden, da aber der Humus für diese von wesentlichem Einfluß ist, so findet auch diese Wirkung des Mistes hier am besten seine Stelle.

Bei der Humusbereicherung des Bodens nimmt der frische Dung den ersten Rang ein, da derselbe bedeutend mehr Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff als der alte Dung enthält. Die für den Boden wichtigen physikalischen Eigenschaften des Humus sind bereits Band I. pag. 60 angeführt.

§. 99.

b. Unterschied des frischen und alten Mistes in den physikalischen Wirkungen beider.

Der frische oder sogenannte lange Dung wirkt auflockernd und dadurch austrocknend, Eigenschaften, welche ihn für jeden schweren, bindigen und nassen Boden sehr wirksam machen, für welchen seine Bedeutung bei der Humificirung durch Hervorbringung größerer Humusmengen ferner von wesentlichem Einfluß ist. Dieser Boden wird somit durch den langen Dung nicht nur während der strohigen Beschaffenheit desselben gelockert, ausgetrocknet und den Einflüssen der Atmosphärilien mehr ausgesetzt, sondern dasselbe findet ebenfalls, wenn auch in geringerem Grade, noch statt, wenn der Dung humificirt ist. Daß ein solcher Dung sich für den leichten Sandboden nicht gut eignen kann, bedarf des Beweises gewiß nicht, da er gerade die Hauptübel desselben, die zu große Lockerheit und Trockenheit, so lange er noch im strohigen Zustande vorhanden ist, vermehrt, daher wird sich für leichte Bodenarten der zersetzte Dünger mehr eignen.

Ferner muß noch erwähnt werden, daß die bei der Zersetzung frei werdende Wärme den Bodenarten zu gute kommt; da nun der lange Dünger reicher an organischen Stoffen, als der verrottete ist, so wird auch durch seine Zersetzung mehr Wärme frei, welche dem Boden von Nutzen ist.

§. 100.

3. Unterschied zwischen frischem und verrottetem Dünger überhaupt.

Wenn wir jetzt eine Vergleichung in der Wirkung des mehr frischen gegenüber dem mehr alten Dünger ziehen, so wird diese wohl unter den meisten Verhältnissen zu Gunsten jenes ausfallen müssen. Der verrottete Dung wird vor Allem bei Bodenarten, welche in hoher Kultur stehen, Anwendung finden, bei denen auf seine physikalischen Wirkungen weniger Rücksicht genommen zu werden braucht und seine physiologisch-chemischen vornehmlich in Betracht kommen. Das durch ihn dem Boden anvertraute Kapital wird hier schneller mit den Zinsen zurückerstattet werden, als wenn wir mehr frischen Dung anwenden. Ferner wird der ältere Dung wegen seiner physikalischen Eigenschaften auch bei ganz leichtem Boden den Vorrang verdienen. Für alle anderen Bodenarten hat dagegen der mehr frische Dung entschieden vor dem verrotteten den Vorzug.

B. Menge des zur Zeit anzuwendenden Düngers und Dauer der Wirkung desselben.

§. 101.

a. Die Angaben der landwirthschaftlichen Autoritäten.

Die Dungmenge, welche der Acker mit einem Male erhält, und die Dauer der Wirkung derselben steht natürlich in engem Zusammenhange. Je stärker wir düngen, um so weniger oft werden wir es zu thun brauchen, dagegen wird die Düngung um so öfter wiederholt werden müssen, je schwächer sie ist.

Nach Thaer sind 10 Fuder à 20 Ctr. eine reiche, 8 Fuder eine gute und 5 Fuder pro Morgen eine schwache Düngung.

Sehen wir uns weiter unter den Angaben der landwirthschaftlichen Schriftsteller um, so finden wir, daß dieselben theils

mit den Angaben Thaer's congruiren, theils aber auch von denselben sehr abweichen. Nach Koppe z. B. besteht die schwache Düngung in 4 Fudern, und die starke in 12 Fudern à 20 bis 22 Centner.

Veit hält 5 bis 6 Fuder für eine schwache, 9—10 für eine mittelmäßige und 12 à 15 Ctr. für eine sehr starke Düngung.

Hlubeck, der das einspännige Fuder mürben Dungs zu 10 bis 12 Ctr. veranschlagt, beansprucht für Bodenarten

von rascher Thätigkeit	20—24	zweisp. Fuder alle	2—3 Jahre,
„ mittlerer „	24—30	„ „ „	4—5 „
„ langsamer „	30—36	„ „ „	6—9 „

Schlipf dagegen giebt

als schwache Düngung	80—120 Ctr.	4—6 Fuder,
„ gewöhnliche „	140—200 „	7—10 „
„ sehr starke „	220—360 „	11—18 „

an.

v. Weckherlin berechnet die Stärke der Düngung nach den von dem Acker zu entnehmenden Ernten und führt als nothwendige Düngung pro Morgen an:

a. wenn 2 Ernten von angreifenden Gewächsen (Getreide, Hackfrüchte), nach der Düngung genommen werden sollen, 142 Ctr.

b. wenn 3 angreifende Gewächse nach der Düngüng gebaut werden sollen, 216 Ctr.

c. ist unter den angenommenen Ernten ein starkes angreifendes Gewächs (Oelgewächs, Bohnen, Kraut), so muß die Düngung 1/3 stärker sein, also bei a. 189 und bei c. 289 Ctr.

d. soll ein mäßig angreifendes Gewächs, z. B. reifende Erbsen, jenen Ernten noch hinzugefügt werden, so ist die Düngung um 1/4 zu verstärken.

e. soll ein schonendes Gewächs, z. B. grün abgemähte Hülsenfrüchte zwischen obigen Ernten noch gewonnen werden, so braucht die Düngung nicht verstärkt zu werden.

Aus diesen Angaben sehen wir, daß die Ansichten der Landwirthe über die Stärke der Düngung ziemlich variiren, weshalb ich ohne noch weitere Angaben aufzuzählen dieselben hiermit schließe.

§. 102.

b. Die die Stärke der Düngung bedingenden Factoren.

Die Stärke der Düngung richtet sich nach dem Boden, der beabsichtigten Dauer der Wirkung der-

selben, nach den in Folge dieser zu bauenden Früchten, nach deren Beschaffenheit und nach der Qualität des zu verwendenden Düngers.

Boden und die Dauer der Wirkung des Düngers sind die beiden auf die Stärke der Düngung vor Allem influirenden Factoren, da beide wenigstens zum Theil die anderen mitbestimmen. Mittelschwere, mittlere und leichte Böden verlangen eine öftere und entsprechend schwächere Düngung, als schwere Böden. Für die erstere Art von Böden wird sich daher die Stärke der Düngung auf 35 bis 45 Fuder à 20 Ctr. pro Hectar alle 4 Jahr wiederkehrend als die geeignetste nach allen bis jetzt vorliegenden Erfahrungen bestimmen lassen. Ist der Landwirth in der Lage alle 7 Jahre 2 mal in derselben Stärke zu düngen, so wird dies als um so besser hingestellt werden können; noch besser ist, wenn er dieselbe Düngung alle 3 Jahre zu geben im Stande ist.

Bei schweren also auch kalten und nassen Böden werden sich dagegen 60 bis 75 Fuder à 20 Ctr. pro Hectar alle 5—6 Jahre sehr empfehlen. Ist es dem Landwirthe möglich die gleich starke Düngung bereits das 4. Jahr zu verwenden, so ist dies um so besser.

Will man durch die Düngung dem Boden das an Nährstoffen wieder ersetzen, was demselben durch die Ernten entzogen ist, — dies ist aber, wie wir früher gesehen nicht bei allen Schlägen des Gutes, sondern nur bei einem oder einigen möglich, — so kann hier die Rechnung das zu verwendende Quantum ermitteln. Daß hierbei zugleich der so wichtigen physikalischen Wirkung des Düngers ebenfalls Rechnung getragen wird, braucht nur angedeutet zu werden, da ja bei voller Zurückgabe der entzogenen Nährstoffe durch den Stalldung zugleich auch in genügender Weise für diese gesorgt ist.

Wenn wir in gedachter Weise die Stärke der Düngung ermitteln wollen, so muß sich dieselbe nach den Pflanzen richten, welche auf dem betreffenden Felde nach der Düngung gebaut werden sollen. Hierbei muß noch als wichtig hervorgehoben werden, daß dieser Modus der Bestimmung der Stärke der Düngung nur bei in guter Cultur stehenden Gütern möglich ist. Diese Art der Bestimmung der Stärke der Düngung wird ferner noch anderweitige Fingerzeige für eine rationelle Düngung ergeben, weshalb ich einige Beispiele vorführe.

Dieser Rechnung werde ich die Resultate der Analysen des Stallmistes von Völcker zu Grunde legen, nach welchen ein 3

Monate und 11 Tage alter Mist, ein Alter, in welchem sich wohl der Mist im Mittel in den meisten Fällen befinden wird, in 100 Pfund Trockensubstanz:

an Kali 4,054 und an Phosphorsäure 1,042 ℔ enthält.

Ich werde bei dieser Rechnung nur diese beiden Pflanzennährstoffe als diejenigen, welche von den der Pflanze nothwendigen mineralischen Nährstoffen in Betreff der Zufuhr von außenher als die wichtigsten zu bezeichnen sind, in's Auge fassen.

Auf dem Dominium Waldau werden bei der dort üblichen Fruchtfolge (pag. 172) dem Hectar 1062,02 ℔ Kali und 462,1 ℔ Phosphorsäure entzogen. Es frägt sich jetzt, ob wir das Kali oder die Phosphorsäure durch die Düngung ersetzen wollen; soll ersterer Nährstoff dem Felde wiedergegeben werden, so wird die Phosphorsäure nicht voll zuzuführen, sondern das an dieser fehlende muß durch künstliche Düngemittel (am besten Knochenmehl) restituirt werden. Wollen wir die Phosphorsäure dagegen dem Felde ganz ersetzen, so findet in Betreff des Kalis eine Luxusdüngung statt, und zwar wird dies nicht nur mit diesem Nährstoffe, sondern auch mit einigen andern (z. B. Stickstoff) der Fall sein.

Zum Ersatze der 1062,02 ℔ Kali würden 873 Ctr. gewöhnlichen Dungs = 43,65 Fuder, zum Ersatze der 462,1 ℔ Phosphorsäure dagegen 1478 Ctr. gewöhnlichen Dungs = 73,9 Fuder erforderlich sein. 873 Ctr. Stallmist enthalten an Phosphorsäure 272,9 ℔, es fehlen mithin an diesem Nährstoffe noch 189,3 ℔, welche durch circa 9,5 Ctr. Knochenmehl mit 20% Phosphorsäure ersetzt werden könnten. In den 1478 Ctr. Mist dagegen, welche das Feld erhalten müßte, wenn die ausgeführte Phosphorsäure durch den Dung zurückerstattet werden sollte, sind an Kali 1799,8 ℔ enthalten, es werden mithin an diesem Nährstoffe unter diesen Umständen 737,8 ℔ zu viel gegeben.

(Der Wassergehalt des 3 Monate 11 Tage alten Düngers nach Völcker rund zu 70%).

Den Niederungsfeldern in Kuppritz wurden in der dort üblichen Fruchtfolge 950,68 ℔ Kali und 436,70 ℔ Phosphorsäure entzogen. Zum Ersatze der 950,68 ℔ Kali sind 782 Ctr. gewöhnlichen Dunges = 39 Fuder nothwendig; die 436,70 ℔ Phosphorsäure anderseits erfordern 1397 Ctr. wasserhaltigen Dunges = fast 70 Fudern. In den 781 Centner gewöhnlichen Miste sind aber an Phosphorsäure 244,3 ℔ und in 1397 Ctr. dagegen an Kali 1699,0 ℔; im ersteren Falle würden mithin 192,4 ℔ Phosphorsäure zu wenig und im anderen Falle 748,3 ℔ Kali zu viel dem Felde zugeführt werden.

Diese Felder bekommen in der Rotation 2 Male, im Ganzen 57 Fuder à 22 Ctr. = 1254 Ctr. Stallmist, hierdurch erhält das Feld pro Hectar laut obiger Rechnung in dem 7jährigen Turnus 574,4 ℔ Kali mehr, als während dieser Zeit von diesem Nährstoffe ausgeführt wurden. Außerdem werden pro Acker 10 Ctr. Knochenmehl, 7 Ctr. Ammoniak-Superphosphat (mit 9% löslicher Phosphorsäure und 8% Stickstoff) 20 Ctr. gebrannter Kalk und je nach der Witterung noch 1 Ctr. Chilisalpeter zugeführt, letzterer wird event. zur 5. Frucht (Hafer) verwendet. Durch diese Düngemittel werden somit pro

Acker circa 300 ℔ Phosphorsäure, d. i. pro Hectar 562 ℔ eingeführt; die 1254 Ctr. Stallmist enthalten 382 ℔ Phosphorsäure, der Hectar bekommt somit während der Rotation 844 ℔; ausgeführt werden 436,7 ℔, also mehr eingeführt 407,3 ℔, d. i. jährlich 58,2 ℔.

Betrachten wir zum Schlusse noch die Höhenfelder von Kuppritz, so ergiebt sich hier folgendes. Durch eine Rotation werden hier dem Hectar 687,98 ℔ Kali und 340,62 ℔ Phosphorsäure entzogen. Zum Ersatze der 687,98 ℔ Kali sind 566 Ctr. gewöhnlichen Dungs = 28,3 Fuder und zu dem der 340,62 ℔ Phosphorsäure 1089,7 ℔ wasserhaltigen Dungs = 54,5 Fuder erforderlich. In den 566 Ctr. Dung sind an Phosphorsäure nur 176,6 ℔, dagegen in den 1089,7 Ctr. 1325,2 ℔ Kali, mithin würden im ersten Falle 164,0 ℔ Psosphorsäure zu wenig und im anderen Falle 637,2 ℔ Kali zu viel gegeben.

Gedüngt wird während der Rotation 2 Male mit zusammen 44 Fudern à 22 Ctr. Stallmist = 968 Ctr.; hierdurch wird laut obiger Rechnung das exportirte Kali um 489,3 ℔ mehr als ersetzt. Außer dem Stallmiste erhalten die Felder pro sächs. Acker noch 6 Ctr. Knochenmehl, 7 Ctr. Ammoniak-Superphosphat, 2 Ctr. Spodium-Superphosphat, 20 Ctr. Kalk und 1 Ctr. Chilisalpeter, mithin durch diese Düngemittel an Phosphorsäure noch 235 ℔, d. i. pro Hectar 422,7 ℔. Die 968 Ctr. Stallmist enthalten an Phosphorsäure 302,6; der Hectar bekommt somit im Ganzen 725,3 ℔; ausgeführt werden nach obiger Rechnung 340,6 ℔, mithin in dem 6jährigen Turnus mehr eingeführt 384,7 ℔, d. i. pro Jahr 64,1 ℔.

Diese Rechnungen zeigen auf das schlagendste, daß, wenn durch den Stallmist alle entzogenen Nährstoffe voll ersetzt werden sollen, zunächst in Betreff des Kalis, dem sich noch andere Stoffe anschließen werden, eine Luxusdüngung stattfindet, daß es deshalb angezeigt ist, einen Theil der exportirten Phosphorsäure durch Zufuhr von außen her zu decken. Da ferner aber nicht nur die Erhaltung des Fruchtbarkeitszustandes wünschenswerth ist, sondern auch eine allmählige Erhöhung desselben angestrebt werden muß, so geht hieraus um so mehr die Nothwendigkeit der besonderen Zufuhr der Phosphorsäure, dieses so außerordentlich wichtigen Pflanzennährstoffes, hervor.

Es bedarf hier kaum der Erwähnung, daß die Ergebnisse der obigen Rechnungen nicht absolute sind, da zu denselben die Zusammensetzung eines bestimmten Stallmistes und nicht die des jeweilig verwendeten benutzt worden ist; trotzdem sind die gewonnenen Resultate für den beabsichtigten Zweck als voll maßgebend hinzustellen.

C. Berechnung der Düngermenge.

§. 103.

a. Ansichten der Landwirthe.

Die Ansichten der Landwirthe über die von dem gehaltenen Vieh zu erzielende Dungmenge, und die Art ihrer Berechnung

variiren sehr. Ein Theil der Landwirthe berechnet die Düngermenge nach der Viehzahl, ein anderer nach dem verabreichten Futter und der Einstreu. Daß die erste Art der Berechnung jetzt ganz zu verwerfen ist, bedarf des Beweises weiter nicht, denn wenn z. B. Sturm bei einer Kuh bei Weidegang 160 Ctr., bei Stallfütterung 270 Ctr., Burger 144—180 Ctr., Brieger 10 Fuder à 20 Ctr., Schmalz 10—12 Fuder à 20 Ctr. u. s. w. annehmen, so sind dies Angaben, welche zwar für die betreffenden Wirthschaften ihren Werth haben, dagegen auf einen allgemeinen keinen Anspruch machen können.

Die einzige richtige Grundlage für die Düngerberechnung bietet das Futter und die Einstreu und die Art der Ausnutzung des ersteren durch das Vieh.

Daß das Futter und die Einstreu bei der Dungberechnung die Grundlage bilden müßten, ist bereits schon von Meyer und Thaer anerkannt worden. Bekannt und zu gleicher Zeit interessant ist, daß Thaer seine Heuwerths-Tabellen in ersterer Reihe zur Berechnung der Düngermenge, welche die verfütterten Stoffe geben würden, und erst in zweiter Reihe zur Berechnung der Futtermenge benutzte. Die Pflanzenzucht stand damals eben über der Thierzucht, weshalb diese auch jener untergeordnet wurde.

Meyer nimmt an, daß Futter und Einstreu mit 2,5—3,15 zu multipliciren seien, um die Dungmenge zu erhalten.

Thaer berechnet die Düngermenge in der Art daß er die Masse der trockenen Fütterung und Einstreu mit 2,3 multiplicirt; hierbei ist erforderlich, daß die Einstreu in richtiger Menge angewendet wird, also weder zu viel, noch zu wenig; dieses richtige Einstreu-Quantum ist nicht nach der Kopfzahl des Viehes, sondern nach der Quantität und Qualität der verabreichten Futterstoffe und der daraus hervorgehenden Excremente zu bestimmen; hiernach ist somit erforderlich, daß nicht nur das Trockengewicht der Fütterung, sondern auch die nährenden Bestandtheile derselben berücksichtigt werden. Aus dem letzten Grunde werden von Thaer die Futterstoffe auf Heuwerth reducirt, und dann die erhaltenen trockenen Futterstoffe und die Einstreu mit 2,3 multiplicirt; bei saftigem Futter wendet Thaer dagegen 1,8 als Factor an. Eine Ausnahme hiervon bilden die Kartoffeln, welchen wegen des der Mistgewinnung zu gute kommenden Krautes in ihrem Gewicht gleicher Mistgewinn zugeschrieben wird.

Auf diese Weise findet Thaer, daß

1 Morgen Kartoffel und jede andere Frucht dieser Art zu 8000 ℔ Mist,
1 „ Klee in zwei Schnitten . . . . 5520 „ „

1 Morgen Klee in einem Schnitte	. . .	3080 ℔ Mist,
1 „ Luzerne	. . . .	9200 „ „

u. s. w. zu berechnen ist, wobei das Streustroh extra in Anschlag gebracht werden muß.

Sturm verfährt bei der Berechnung wie Thaer, nur daß er bei trockener Fütterung das verfütterte Futter nebst Stroh mit 2, wenn der Dünger aber frisch ausgefahren wird, mit 2,3 multiplicirt; bei Grünfutter und Wurzelgewächsen reducirt er dieselben, ebenfalls wie Thaer, auf Heuwerth, und wendet dann als Factor 2, oder 2,3 an, oder er nimmt an, sie geben excl. des Strohes ihr eigenes Gewicht als Mist.

Nach Burger, v. Schwerz und Hlubeck ist zum Trockengewichte des Futters die Streu zu addiren und das Ganze mit 2 zu vervielfachen.

Block hat durch Versuche festzustellen versucht, wie viel Dung die einzelnen Futterstoffe bei ihrer Verfütterung durch die Hausthiere geben.

So hat er z. B. gefunden, daß 100 Pfund Haferkörner, an Pferde verabreicht, 204 Pfund frischen Mist (= 51 Pfund trockenen), und bei Schafen dagegen 144²/₁₇ (= 49 Pfund trockenen) geben u. s. w.

Von allen diesen Angaben, denen noch mehrere anzureihen wären, sind die von Thaer und Block die umfassendsten.

b. Die Düngerberechnung nach dem Futter und den Einstreu-Materialien.

§. 104.

1. Methode der Berechnung der Dungmenge.

Meiner Ansicht nach müssen wir aber auch diese Angaben jetzt fallen lassen und versuchen, die Dungmenge nach anderen, dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechenden Methoden zu bestimmen.

Die Heuwerths-Aequivalente haben wir jetzt aus der Fütterungslehre streichen müssen, weil der Widerspruch in welchem sie mit den Ergebnissen der neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Chemie und Thier-Physiologie stehen, einmal ein unlösbarer ist. Aus diesen Gründen müssen sie aber auch für die Düngerberechnung über Bord geworfen werden, und je eher dies geschieht, um so früher und leichter werden auch hier die von der Wissenschaft gesammelten Schätze der Landwirthschaft zu Nutzen kommen.

Der einzig richtige Maßstab zur Bestimmung der durch ein Thier zu producirenden Dungmenge ist das Futter und das Einstreumaterial.

Durch die schönen und zum Theil auch schon zahlreichen genauen Versuche über die Ernährung der Thiere haben wir

bereits gewisse Anhaltspunkte über die Beziehungen zwischen Futter und Excrementen erhalten, welche für die Düngermengen-Berechnung als Grundlage zu benutzen sind. Es liegt freilich für alle unsere Hausthiere noch nicht die für diesen Zweck erforderliche Anzahl von Versuchen vor, jedoch sind die vorliegenden vor Allen für das Rind, dann auch für das Pferd, Schaf und Schwein schon zu dem genannten Zweck benutzbar. Diese Versuche thun dar, daß von der Trockensubstanz des verabreichten Futters eine bestimmte Menge in Form der festen Excremente und des Harns ausgeschieden wird. Da die hier vorliegenden Zahlen, wie es ja nicht anders sein kann, etwas variiren, so wird eine größere Anzahl von Versuchen erforderlich sein, um so zu Mittelzahlen zu gelangen, welche allgemein anwendbar sind. Bei der Berechnung der zu erhaltenden Dungmenge werden aber, wie schon ausgesprochen, nicht nur die Futterstoffe und die Einstreu als Grundlage dienen müssen, sondern ferner auch die Art der Ausnützung der ersteren durch die Thiere. Wir werden daher bei dieser Rechnung die einzelnen Hausthiere für sich zu betrachten haben.

§. 105.

2. Das Pferd.

Die oben ausgesprochene Methode zur Berechnung der Dungmenge beruht also darauf, daß einerseits die Menge der Trockensubstanz des Futters bestimmt wird, welche täglich in Form der festen und flüssigen Excremente abgeschieden wird, sowie der Wassergehalt der frischen Gesammt-Excremente, anderseits die Futter- und Einstreumenge.

Zur Berechnung des Ausnutzungs-Aequivalentes des Futters für den Dung liegen die Versuche von Boussingault und Hofmeister vor; bei denen des ersteren ergiebt die Rechnung die Zahl 45,59 und bei dem anderen 49,14, aus welchen beiden Zahlen wir die Mittelzahl 47,36 erhalten.

Der Wassergehalt der Gesammt-Excremente beträgt bei den Boussingault'schen Versuchen 75,42%, und bei den Hofmeister's 79,49%. Hieraus berechnet sich als Mittelzahl 77,46%.

Aus diesen beiden Zahlen ergiebt sich die Menge der Excremente, welche 100 ℔ Trockensubstanz des Futters beim Pferde liefern, zu 210,11 ℔, oder für 1 ℔ zu 2,1011; es ist somit die Trockensubstanz des den Pferden verabreichten Futters mit 2,1011

zu multipliciren, um die Gesammt-Excrementenmenge im frischen Zustande zu erhalten.

Nach den Angaben der Coryphäen der Landwirthschaft bedarf ein Wirthschafts-Pferd täglich:

8—10 ℔ Hafer,
10—12 „ Heu und
2—4 „ Häckfel.

Die Trockensubstanz dieser Futterstoffe beträgt:

bei	Hafer	6,96— 8,70 ℔,
„	Heu	8,56—10,27 „
„	Häckfel	1,69— 3,38 „
		17,21—22,35 ℔

Wenden wir hierauf den oben erhaltenen Factor an, so ergiebt sich die Gesammtmenge der Excremente täglich zu 36,14—46,94 Pfund; also im Durchschnitt zu 41,54 Pfund; zu welcher Zahl noch, um die Dungmenge, welche das Pferd liefert, zu erhalten, das Streustroh addirt werden muß; dieses berechnet sich aus der Trockensubstanz des Futters nach den frühern Angaben zu 5,74—7,45, im Durchschnitt zu 6,6 Pfunden, hiernach beträgt die Dungmenge des Pferdes täglich 41,88—54,39 Pfund, und im Durchschnitt 48,14 Pfund.

Aus dieser täglichen Dungmenge ist die jährliche leicht zu berechnen. Zu diesem Zwecke ist die Zeit zu bestimmen, welche die Pferde im Stalle zubringen. Nach den Angaben der landwirthschaftlichen Schriftsteller kann man die Zahl der Arbeitstage zu 260 veranschlagen; rechnen wir den Arbeitstag im Durchschnitt zu 12 Stunden, so erhalten wir 130 volle Tage, somit bleiben für die Zeitdauer, welche die Pferde im Stalle zubringen, 235 Tage übrig; mit dieser Zahl ist die tägliche Excrementenmenge zu multipliciren, und zu dieser die jährliche Einstreumenge zu addiren, um die jährliche Dungmenge zu erhalten. Die Rechnung ergiebt 12170 Pfund oder 121,7 Centner = 6,08 Fuder à 2000 Pfund.

Diese Zahlen zeigen uns die Dungmenge, welche das Pferd jährlich im Stalle producirt, nicht aber die, welche es dem Acker überhaupt liefert, da dasselbe ja während der Arbeit mistet. Da aber nicht gut zu bestimmen ist, wie viel das Pferd auf den Wegen an Dung verliert und wie viel in den 130 vollen Arbeitstagen die Felder erhalten, so entzieht sich diese Dungmenge ganz der Berechnung.

§. 106.

3. Rindvieh.

Zur Berechnung des Factors der Düngerverwerthung des Futters beim Rindvieh liegen die bereits früher besprochenen

schönen und zahlreichen Versuche von Henneberg, Stohmann und Rautenberg über das Erhaltungs- und Mastfutter des volljährigen Rindes, mit Ochsen angestellt, sowie die Fütterungs- und Respirations-Versuche von Henneberg, G. Kühn, M. Märker, E. Schulze und H. Schultze mit 2 volljährigen Schnittochsen (pag. 17 und 79) und ein älterer Versuch von Boussingault mit einer Milchkuh vor.

Aus den zuerst genannten Versuchen der Weender Versuchsstation ergiebt sich als Mittel der sämmtlichen Versuche mit Erhaltungsfutter die Zahl 48,96 und beim Mastfutter die Zahl 47,23 als Factor der Düngerverwerthung des Futters. Beim Erhaltungsfutter schwankt diese Zahl 43,11 und 54,70 und beim Mastfutter zwischen 41,84 und 54,16 (pag. 41 und 42).

Bei den Fütterungs-Respirations-Versuchen mit 2 Schnittochsen berechnet sich als Mittel aller Versuche der Factor 50,64.

Der Boussingault'sche Versuch mit einer Milchkuh führt zu dem Factor 47,31

Bei den Ochsen war der Factor der Düngerverwerthung des Futters:

Versuchsreihe 1,	48,96
„ 2,	47,23
„ 3,	50,64
und bei einer Milchkuh	47,31

aus diesen 4 Zahlen berechnet sich die Mittelzahl 48,535 als Factor der Düngerverwerthung des Futters, d. h. also 100 ℔ Futter-Trockensubstanz geben 48,535 ℔ Excrementen-Trockensubstanz.

Zur Contraction der obigen Zahlen, um eine Mittelzahl von allgemeinerem Werthe zu erhalten, glaube ich deshalb berechtigt zu sein, weil einerseits die gefundenen Zahlen nicht allzu sehr variiren und anderseits im Stalle stets Thiere unter den oben angegebenen Verhältnissen vorhanden sind.

Wir haben jetzt ferner den Wassergehalt der frischen Gesammt-Excremente zu berechnen. Bei dem Boussingault'schen Versuche beträgt derselbe 86,45; aus den Weender Versuchen ergiebt sich derselbe beim Erhaltungsfutter zu 86,94; beim Mastfutter zu 88,86 und bei der neuen Versuchsreihe zu 87,80.

Contrahiren wir auch diese 4 Zahlen und zwar

86,45
86,94
88,86
87,80

so erhalten wir 87,51 als mittleren Wassergehalt der Excremente des Rindviehes.

Aus dem oben berechneten Factor der Futterverwerthung des trockenen Futters und dem soeben erhaltenen Wassergehalte der Excremente berechnet sich die Menge der Excremente, welche 100 ℔ Trockensubstanz des Futters liefern, zu 388,6 ℔, somit giebt 1 ℔

Trockensubstanz des Futters beim Rindvieh 3,886 ℔ frische Excremente, welches daher der Factor ist, mit dem die Trockensubstanz des verfütterten Futters zu vervielfachen ist, um die aus den letzteren hervorgehenden Excremente zu erhalten.

Zu der Menge der Gesammt-Excremente ist dann ferner das Streustroh zu addiren; die Summe beider repräsentirt die zu producirende Dungmenge.

Diese Dungmenge berechnet sich jetzt leicht nach folgender Formel: Bedeutet D die Dungmasse, T die Trockensubstanz des Futters und S das Streustroh, so ist $D = T. 3{,}886 + S$. Da S nach p. 81 $= \frac{T}{3}$, so vereinfacht sich die obige Formel noch in der Art, daß

$$D = T. 3{,}886 + \frac{T}{3} \text{ ist.}$$

Nehmen wir zur Berechnung der von einem Rinde zu producirenden Dungmenge ein Thier von 1000 Pfund Lebendgewicht, und gebraucht dieses täglich 27 Pfund Trockensubstanz, so ist

$$D = 27. 3{,}886 + \frac{27}{3}$$

$$= 113{,}92, \text{ rund } = 114 ℔$$

also jährlich $114 \times 365 =$ **41610** Pfund $=$ **416,1** Ctr. = circa $20^{4}/_{5}$ Fuder à 20 Ctr.

Für Jungvieh zu 500 Pfund Lebendgewicht bei einem Gebrauch von täglich 16 Pfund Trockensubstanz in der Nahrung, ist

$$D = 16. 3{,}886 + \frac{16}{3}$$

$$= 67{,}5 \text{ Pfund,}$$

somit jährlich 246,27, rund 246 Ctr. = 12,3 Fuder à 20 Ctr.

Wie die Rechnung darthut, werden somit bei Stallfütterung jährlich von einem Stück Großvieh 416 Ctr. und von einem Stück Jungvieh 246 Ctr. Dung producirt.

Diese Zahlen verringern sich natürlich, wenn die Thiere einen Theil des Jahres auf der Weide zubringen. Da nun die Zeit, welche sich die Thiere im Jahre auf der Weide befinden, nach den climatischen Verhältnissen der betreffenden Gegend und nach den Wirthschaftsverhältnissen eine wesentlich verschiedene ist, so wird sich auch die bei Weidegang producirte Dungmenge nicht gut durch eine bestimmte Zahl ausdrücken lassen; man hat hier einfach statt 365 die Zahl als Factor anzuwenden, welche angiebt, wie viel Tage die Thiere im Stalle zubringen.

Will der Landwirth sich die Dungmenge berechnen, welche er von seinem Viehstande für das Jahr zu erwarten hat, so braucht er die obige Rechnung, welche nur als Beispiel der Rechnung und nur im Allgemeinen die von einem Stück Vieh producirte Dungmenge angeben sollte, nicht, sondern er berechnet ein-

fach die Trockensubstanz der Futterstoffe, welche er in dem Jahre, oder in einem bestimmten Zeitraum, an das Vieh verfüttert, multiplicirt diese mit 3,886 und addirt zu dem erhaltenen Product das zu gebende Einstreuquantum.

Die zur Berechnung der Trockensubstanz erforderlichen Zahlen sind Bd. I. p. 215 und f. und 583 und f. angegeben.

§. 107.

4. Schafe.

Zur Berechnung der Düngerverwerthung des Futters bei den Schafen benutze ich einerseits die Untersuchungen von Hofmeister und anderseits die von Henneberg, Kühn, M. Märcker, E. Schulze und H. Schultze. Aus den 10 Versuchsreihen von Hofmeister mit 2 Thieren ergiebt sich, daß durch 5,007 Ⓢ Trockensubstanz des Futters 2,468 Ⓢ trockene Excremente erzeugt wurden; hieraus berechnen sich für 100 Ⓢ Trockensubstanz des Futters 49,291 Ⓢ trockener Excremente. Nach den Weender Versuchen ergeben 981,56 Grm. Trockensubstanz des Futters 465,36 Grm. Excrementen-Trockensubstanz, somit lieferten hier 100 Theile Futtertrockensubstanz 47,41 Theile Excrementen-Trockensubstanz. Die Contraction dieser beiden Zahlen und zwar nach

Hofmeister 49,29
und den Weender Versuchen 47,41

ergiebt die Mittelzahl 48,35 d. h. also 100 Theile Trockensubstanz Futters geben 48,35 Theile trockene Excremente.

Der Wassergehalt der frischen Excremente beträgt im Durchschnitt der Versuche von Jürgensen, Hofmeister, Henneberg und seinen Mitarbeitern und dem Verfasser 74,339%.

Bei Benutzung dieser Zahlen erhalten wir die aus 100 Ⓢ Trockensubstanz des Futters producirte frische Excrementenmenge zu 188,42 Ⓢ, somit liefert 1 Ⓢ Trockensubstanz des Futters 1,884 frische Excremente.

Zu den Excrementen ist ferner das Einstreustroh zu addiren, um die frische Dungmenge zu bestimmen.

Bezeichnet D wieder die Dungmenge, T die Trockensubstanz des Futters und S das Einstreustroh, so ist $D = T. 1,884 + S$.

Bei Stallfütterung berechnet sich die von einem Thiere von 60 Ⓢ Lebendgewicht jährlich producirte Dungmenge, wenn wir die für dasselbe täglich erforderliche Trockensubstanz der Nahrung zu 2 Ⓢ und das Streustroh täglich zu $^{3}/_{5}$ Ⓢ annehmen, wie folgt:

bei 1000 Grm. Trockensubstanz des Futters

$$\begin{aligned} D &= (1000.\ 1{,}884 + 300)\ 365 \\ &= 2184.\ 365 \\ &= 797160 \text{ Grm.} \\ &= 797{,}16 \text{ Kilo} = 15{,}94 \text{ Ctr.} \end{aligned}$$

Diese für das Jahr erhaltene Dungmenge verringert sich natürlich ebenfalls beim Weidegang.

Wenn für die Schafe die von denselben im Stalle producirte Dungmenge zu berechnen ist, so hat man auch hier einfach die Trockensubstanz des an sie verabreichten Futters mit 1,884 zu multipliciren und hierzu das Einstreustroh zu addiren.

Die beim Weidegang gelassenen Excremente lassen sich auch hier nicht leicht der Menge nach bestimmen, da ja auf den Wegen eine nicht bestimmbare Menge verloren geht.

Anders ist es dagegen bei dem Hürdenschlage; um hier zu bestimmen, wie viel Excremente z. B. ein Morgen von einer bestimmten Anzahl von Thieren in einer gewissen Zeit erhält, wird man nicht gar zu fehl greifen, wenn man die Zahl der Thiere mit 3,77 (p. 189), multiplicirt, wodurch sich die von denselben täglich producirte Menge von Excrementen ergiebt.

§. 108.

5. Schweine.

Für die Berechnung der Excremente des Schweines nach der bisher angewendeten Methode liegen die Versuche des Verfassers im Verein mit Fr. Voigt und Th. Wetzke vor.

Bei der Fütterung von Körnern resp. Roggenkleie mit Wasser oder saurer Milch wurde im Mittel der sämmtlichen Versuche (14) gefunden, daß 100 Theile Trockensubstanz des Futters 238,3 Theile frische Excremente lieferten.

Bei der anderen Versuchsreihe, bei welcher die Körner (Erbsen, Gerste, Mais) mit Stärkemehl, resp. Kartoffel und saurer Milch verabreicht waren, ergab sich, daß im Mittel von 11 Versuchen 100 Theile Trockensubstanz des aufgenommenen Futters 236,1 Theile frische Excremente producirten. Contrahiren wir die beiden sich aus den 25 Versuchen ergebenen Zahlen und zwar:

238,3
und 236,1,

so erhalten wir als Mittelzahl 237,3, d. h. 100 Theile Trockensubstanz des Futters liefern 237,3 Theile frische Excremente und 1 ℔ Futtertrockensubstanz 2,373 frische Excremente.

Die Menge des von einem Schweine producirten frischen

Mistes wird somit durch Multiplication der Trockensubstanz des verzehrten Futters mit 2,373 und Addition des verbrauchten Streustrohes zu dem Producte erhalten.

Die Dungmenge, welche ein Schwein liefert, berechnet sich somit nach folgender Formel:

$$D = T.\ 2{,}373 + S.$$

bei welcher die Buchstaben dieselbe Bezeichnung wie früher haben.

Um unter Benutzung dieser Formel einige Angaben über die von einem Schweine innerhalb einer bestimmten Zeit producirte Dungmenge zu geben, greife ich aus den zahlreichen Versuchen, welche ich in Pommritz gemacht habe, einige heraus, bei welchen die Thiere 4 Wochen alt zu Mastungsversuchen aufgestellt und bis zum Verkauf an den Schlächter den Versuchen unterworfen gewesen waren. Das verabreichte und verzehrte Futter ist bei den Versuchen selbstverständlich täglich genau notirt.

1. Bei einem Versuche, zu welchem 4 Thiere aufgestellt gewesen waren, hatte 1 Thier bis zum Alter von 348 Tagen (incl. natürlich der 4 Wochen, welche es bei der Mutter zu verbleiben pflegt), vom 28. bis zum 348. Lebenstage bei Fütterung von Mais mit saurer Milch an Mais 1121,5 ℔ und an saurer Milch 1305 Liter verzehrt. Die 1121,5 ℔ Mais enthalten 970 ℔ Trockensubstanz; die 1305 Liter saurer Milch = 1342,8 Kilo (1 Liter = 1,029 Kilo) = 231,96 ℔ Trockensubstanz; die gesammte verzehrte Trockensubstanz somit = 1201,96 ℔; woraus sich die während 320 Tagen producirte frische Excrementenmenge zu 28 Ctr. 52,5 ℔ berechnet.

2. Ein anderes Thier, das ebenfalls mit 3 anderen zu dem betreffenden Versuche aufgestellt war, erhielt circa die ersten 7 Monate ebenfalls Mais und saure Milch und dann Mais, saure Milch und Kartoffeln und hatte vom 28. bis zum 344 Lebenstage verzehrt:

an Mais 991,1 ℔
„ Kartoffeln 494,0 „
und an saurer Milch 1291,0 Liter = 1328,4 Kilo.

Die	991,1 ℔ Mais	=	857,3 ℔ Trockensubstanz
„	494,0 „ Kartoffeln	=	118,6 „ „
und „	2656,8 „ saure Milch	=	228,5 „ „
	in Summa verzehrt		1204,4 ℔

woraus sich die während dieser Zeit producirte Menge von frischen Excrementen zu 28 Ctr. 58 ℔ berechnet.

3. Ein Schwein aus einer Versuchsreihe, in welcher die Thiere Erbsen und saure Milch und nur am Schlusse wenig Kartoffeln und zwar innerhalb der Zeit, wo der eigentliche Versuch beendet war, erhalten hatten, verzehrte vom 28. bis zum 365. Lebenstage:

an Erbsen 963 ℔,
„ saurer Milch 1388 Liter = 1428 Kilo
und „ Kartoffeln 135 ℔.

Die	963 ℔ Erbsen	enthalten	914,3 ℔ Trockensubstanz
„	2856 „ saure Milch	„	245,6 „ „
und „	135 „ Kartoffeln	„	32,4 „ „
	in Summa verzehrt		1192,3 ℔,

welche 28 Ctr. 29,3 ℔ frische Excremente lieferten.

4. Ein Schwein aus einer Versuchsreihe, welches circa die ersten $7^1/_2$ Monate mit Erbsen und saurer Milch ernährt wurde und dann unter Abzug

von Erbsen und saurer Milch Kartoffeln erhalten hatte, verzehrte vom 28. bis zum 365. Lebenstage

an Erbsen 919 ℔
„ saurer Milch 1390 Liter = 1430,3 Kilo
und „ Kartoffeln 721 ℔

Die 919 ℔ Erbsen enthalten 794,9 ℔ Trockensubstanz
„ 2860,6 „ saure Milch „ 246,0 „ „
und „ 721,0 „ Kartoffeln „ 173,0 „ „
in Summa sind somit 1213,9 ℔ „

verzehrt worden, aus welchen sich die producirte frische Excrementenmenge zu 28 Ctr. 80,8 ℔ berechnet.

Diese Zahlen zeigen, daß Schweine welche circa 11½ bis 12 Monate, also ungefähr 1 Jahr alt verkauft und von dieser Zeit 10½ bis 11 Monate gefüttert sind

28 bis 29 Ctr.

frische Excremente liefern.

Die während der Saugzeit producirte Excrementenmenge, die selbstredend unbeutend ist, entzieht sich der Rechnung. Es ist daher auch wohl berechtigt auszusprechen, daß normal gemästete Schweine bis zum Alter von 1 Jahr an frischen Excrementen

28 bis 29 Ctr. produciren.

Zu dieser Excrementenmenge ist nun noch das Streustroh zu addiren, um die Menge des frischen Düngers zu erhalten.

Die Streumenge ist beim Schweine, wie das während der Lebenszeit verzehrte Futter, etwas schwerer zu bestimmen, als z. B. beim Rinde.

Das Schwein gebraucht in den verschiedenen Altersklassen verschiedene Mengen von Streustroh z. B. als Ferkel weniger als ein einige Monate altes Thier. Nach sorgfältigen Ermittelungen meinerseits kann man die Streumenge, welche ein Schwein bis zum Alter von 1 Jahre nothwendig hat, zu 1650 ℔ annehmen.

Hiernach ergiebt sich die von einem Schweine bis zum Alter von einem Jahre producirte frische Dungmenge zu

44 bis 45 Ctr.

Anhang.

§. 109.

Verminderung des Düngers beim Liegen in der Dungstätte.

Ueber das Schwinden des Düngers bei seiner Aufbewahrung in der Dungstätte liegen leider noch sehr wenige genaue Angaben vor, so daß darüber bis jetzt zuverlässige Daten in Zahlen noch nicht aufzustellen sind.

Die neueren Versuche, welche hierüber Aufklärung geben sollen, sind die von Völcker und Wolff.

Was zunächst die Völcker'schen Bestimmungen anbetrifft, so haben wir bei der Betrachtung dieser Arbeiten (p. 137 u. ff.) gesehen, daß die Art der Aufbewahrung des Düngers im Freien, denselben weder vor Verlusten an andern als flüchtigen Stoffen, noch vor Hinzukommen fremder schützte; aus diesem Grunde schon können uns die vorliegenden Zahlen keinen genauen Anhalt zur Berechnung des Verlustes, welcher der Dünger bei der Zersetzung erleidet, bieten. Ferner ist aber auch die Zeit, welche der Dünger auf der Dungstätte verweilte, bevor eine Wägung vorgenommen wurde, eine zu große, als daß wir aus den vorliegenden Zahlen für die Praxis anwendbare Angaben abstrahiren könnten. Für die Praxis ist es erforderlich, zu bestimmen, wie viel Verlust der Dung in der ersten, der 2., 3., 4., 5., 6. u. s. w. Woche an Gewicht und Volumen durch die Zersetzung erleidet, und zwar muß dieser Verlust, da er je nach der Jahreszeit verschieden ist, für die einzelnen Jahreszeiten dargelegt sein.

Von Völcker ist die erste Wägung, nachdem der Dung 6 Monate im Freien u. s. w. gelegen, gemacht worden, ferner nach 9 Monaten und 20 Tagen, und dann nach 12 Monaten und 12 Tagen. Nach 6 Monaten beträgt der Verlust 28,6%, nach 9²/₃ Monaten 28,7% und nach 12²/₅ Monaten 30,4%. Die speciellen Zahlen siehe p. 139.

Bei Wolff geschah bei der größeren Dungmenge die erste Wägung erst nach einem Jahre; in dieser Zeit betrug der Verlust des frischen Mistes 53,75%, und der der Trockensubstanz desselben 66,25%.

Von Wolff liegen dann noch Angaben über das Schwinden des Mistes in kleineren Zeiträumen vor; leider haben aber zur Bestimmung derselben nur sehr kleine Mistmengen gedient, so daß diese in Betreff der Zeit den Anforderungen mehr entsprechenden Untersuchungen für die Praxis nicht allgemein gültigen Werth haben können.

Die Zersetzung des Mistes ist eine verschiedene, je nachdem wir Hunderte von Centnern in einem Haufen aufbewahren, oder nur wenige Pfunde.

Da aber keine anderen Angaben vorliegen, so sind die Wolff'schen in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bemerkt muß zu derselben noch werden, daß Nr. I., II., III. und IV. unvermischt waren, also reinen Dung repräsentiren,
dagegen V. mit 150 Grm. feinem Pulver von Holzkohle,
VI. mit 250 Grm. Aetzkalk,
und VII. mit 200 Grm. Gyps gemischt waren; in Betreff der weiteren Angaben verweise ich auf p. 150 u. f.

	I. Grm.	II. Grm.	III. Grm.	IV. Grm.	V. Grm.	VI. Grm.	VII. Grm.
Gewicht des frischen Mistes	12264	12300	12207	12512	14694	10836	12723
Abnahme vom 22. April bis 17. Juni ... (am 29/4, 6/5, 13/5, 20/5, 27/5, 3/6, 10/6 und 17/6 gewogen.)	1550	1848	1673	1689	2079	1840	1628
In Procenten des Mistes	12,6	15,0	13,7	13,5	14,2	16,9	12,8
Vom 17. Juni bis 21. August ..... (am 24/6, 1/7, 9/7, 15/7, 22/7, 29/7, 5/8 und 21/8 gewogen.)	1865	2130	2084	1968	2551	2060	2140
In Procenten des Mistes	15,2	17,3	17,1	15,7	17,4	19,0	16,9
Vom 21. August bis 16. December .... (am 26/8, 30/9, 7/10, 29/10, 4/11, 2/12, u. 16/12 gewogen.)	1465	1542	1478	1423	1385	1390	1570
In Procenten des frischen Mistes	11,9	12,5	12,1	11,4	12,8	12,8	12,3
Vom 16. December 1857 bis 9. Juli 1858 .	1080	1070	1126	1100	[1])1690	[1])1340	[1])1532
In Procenten des frischen Mistes	8,8	8,7	9,2	8,8	11,5	12,4	12,0
Abnahme im Ganzen .	5960	6590	6360	6180	8105	6630	6870
In Procenten des frischen Mistes	48,5	53,5	52,1	49,4	55,2	61,2	54,0

[1]) Vom 16. December bis zum 22. Juli.

Hiernach giebt Wolff die tägliche mittlere Gewichtsabnahme für alle 7 Mistsorten für die einzelnen Monate, wie folgt, an:

				Grm.	%
Vom	April	bis	Mai	167,1 =	12,8
„	Mai	„	Juni	269,3 =	20,7
„	Juni	„	Juli	224,0 =	17,2
„	Juli	„	August	237,8 =	18,3
„	August	„	September	141,0 =	10,8
„	September	„	October	132,0 =	10,2
„	October	„	November	78,0 =	6,0
„	November	„	December	51,5 =	4,0
				1300,7 =	100,00

D. Der Werth und Preis des Stallmistes.

§. 110.

1. Ansichten der Landwirthe.

Die Ansichten der landwirthschaftlichen Schriftsteller über den Werth und Preis des Stallmistes sind außerordentlich verschieden, so daß die Angaben derselben wenig Anhaltspuncte gewähren. Während z. B. einige, wie v. Flotow, Koppe, Schweitzer, Rust, Schulz, den Mist gegen das Stroh aufrechnen, verwerfen die Andern dies durchaus und drücken den Werth des Centners, resp. Fuders, in Roggenwerth oder Geld aus, wobei sie wieder von verschiedenen Gründen geleitet werden.

Thaer z. B. berechnet den Centner zu 0,08 Scheffel Roggenwerth, Meyer zu $2^4/_5$ Sgr., Sturm zu $^1/_{15}$ Schff. Roggenwerth, Christiani zu $2^8/_9$ Sgr., v. Honstedt zu $2^1/_{13}$ Sgr., Hlubeck zu 3 Sgr. 5 Pfg., Patzig zu 3 Sgr., Segnitz beim Preise des Schff. Roggens zu $1^1/_2$ Thlr. zu 4 Sgr., und beim Preise des Roggens zu $1^1/_6$ Thlr. zu 3 Sgr. 4 Pfg., Schulze zu 4 Sgr., Schnee zu $2^1/_2$ Sgr., Zeller zu 2 Sgr. 10 Pfg., Birnbaum zu 4 Sgr. 6 Pfg., Hartstein zu $2^1/_2$ Sgr. u. s. w.

Bei allen diesen Angaben ist überhaupt nur die Rede von Stallmist, dagegen ist der Mist der einzelnen Thiere nicht unterschieden, was sicherlich ein großer Fehler ist, denn wir können den Mist des Pferdes nicht gleich dem der Kuh, des Schafes oder Schweines setzen u. s. w. Wenn daher der Preis des Mistes bestimmt werden soll, so muß hierbei der Mist der einzelnen Thiere unterschieden werden, wie dies z. B. auch von Block bereits geschehen ist.

Block berechnet 1 ℔ Roggenwerth gleich $5^{51}/_{63}$ ℔ trockenem Pferdemist (14 ℔ frisch), gleich $4^{30}/_{96}$ ℔ trockenem Kuhmist ($17^{22}/_{96}$ ℔ fr.) und gleich $3^{28}/_{33}$ ℔ tr. ($10^{10}/_{11}$ fr.) Schafmist.

Der Preis oder Werth des Mistes ist in neuerer Zeit auf dreierlei Art zu bestimmen versucht worden und zwar

1. nach seiner Zusammensetzung,
2. nach seiner Wirkung und
3. nach seinen wirklichen Productions-Kosten.

§. 111.

2. Werthbestimmung des Mistes nach seiner Zusammensetzung.

Dieser Art der Werthbestimmung des Mistes stellen sich große Schwierigkeiten entgegen, welche bis heute noch nicht haben überwunden werden können, daher ist sie auch diejenige, welche am wenigsten empfohlen werden kann. Die Zusammensetzung des Mistes richtet sich, wie wir gesehen haben, nach der Beschaffenheit der Excremente, welche wiederum im engen Zusammenhange mit dem Futter stehen, und der der Einstreu-Materialien. Da die Ernährungsweise der Thiere eine verschiedene, so ist auch die Beschaffenheit der Excremente eine wechselnde, also kann eine oder die andere Analyse der Bestimmung der Zusammensetzung des Mistes nicht zu Grunde gelegt werden, sondern eine besondere Analyse, resp. Berechnung der Zusammensetzung aus dem verzehrten Futter wird allein maßgebend sein können.

Die Wirkung des Mistes besteht aber, wie wir gesehen haben, nicht allein in Bereicherung des Bodens an Pflanzennährstoffen, sondern auch in Verbesserung der physikalischen Eigenschaften desselben. Wenn wir so einerseits auch im Stande sind, die Zusammensetzung des Mistes und dadurch die Stoffe, welche durch denselben dem Boden zugeführt werden, zu bestimmen, wobei die Werthbestimmung der einzelnen Nährstoffe in Geld seine wesentliche Schwierigkeit hat, so ist doch anderseits die Werthbestimmung in Geld für die physikalische Wirkung sehr schwierig, so daß deshalb diese Methode der Werthbestimmung des Düngers nicht gut zum erwünschten Ziele führt.

Diese Art der Werthbestimmung ist von Boussingault und Payen, welche nur den Stickstoff berücksichtigten, dann von Mulder, Soubeiran, Stöckhardt und E. Wolff eingeschlagen worden; die letzteren legten der Berechnung den Gehalt an Stickstoff und Salzen zu Grunde.

§. 112.

3. Werthbestimmung des Mistes nach seiner Wirkung.

Die Werthbestimmung des Mistes nach der Wirkung ist bereits von Burger, v. Honstedt, Kleemann und in neuester Zeit von Martiny angewendet worden. Diese Methode beruht darauf, daß man die Ernten, welche nach einer Düngung mit Mist in der Wirkungszeit desselben erhalten, mit denen vergleicht, welche von einem ebenso beschaffenen Felde in derselben Zeit ohne Düngung erzielt sind, und das Plus im Ertrage jener über diese als den Werth des Mistes annimmt.

Leider sind zunächst aber die für die Methode nothwendigen Versuche bis jetzt nur in geringer Menge angestellt; ferner muß wohl noch erwogen werden, daß, was Martiny auch gut hervorhebt, die Wirkung des Düngers abhängt und mit bedingt wird von der natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens, d. h. seiner chemischen Zusammensetzung und seinen physikalischen Eigenschaften, von der Beschaffenheit des Düngers selbst, der Stärke der Düngung, der Art der Bestellung, den Witterungsverhältnissen u. s. w. Alle diese Factoren sind theils schwer, theils kaum meßbar, und gestalten sich in den verschiedenen Zeiten und Gegenden so differirend, daß die Ergebnisse der Versuche sehr auseinander gehen und daher auch die Anwendung derselben zu allgemeinen Schlüssen zweifelhaft wird.

Die von Martiny aus den vorliegenden Versuchen in Roggenwerth berechneten Werthe für 1 Ctr. Stallmist beweisen das oben Gesagte.

Martiny erhielt für 1 Ctr. Stallmist aus den Versuchen von:

1. Koppe — Wallup	4,23 ℔	Rg.-W.
2. Hoffmann — Kunersdorf bei Dresden . .	7,18 ℔	„
3. Schmelzer — Kötitz bei Oschatz	6,77 ℔	„
4. Träger — Oberbobritzsch bei Freiberg . . .	5,53 ℔	„
5. Träger — Friedersdorf bei Frauenstein . .	7,82 ℔	„
6. Hubricht — Oberschöna bei Freiberg . . .	3,50 ℔	„
7. Schönberg — Koselitz bei Hain	6,69 ℔	„
8. Hempel — Meusegaß — Pirna	10,85 ℔	„

Bei den Versuchen 1 und 8 ist der Mist als Kuhmist, bei den übrigen als Stallmist bezeichnet.

Für 1 Ctr. Schafmist hat ferner Martiny aus den Versuchen
von Koppe den Werth zu 5,98 ℔ Rg.-W.
und Schönberg „ „ 7,15 ℔ „
berechnet.

Diese Zahlen zeigen ohne jeglichen weiteren Commentar die Schwierigkeit der Berechnung des Werthes des Stallmistes aus seiner Wirkung.

Hervorgehoben muß hierbei aber ferner noch werden, daß die oben angeführten Zahlen, wie dies auch Martiny ausspricht, die Ertragswerthe und nicht die wirthschaftlichen Werthe ausdrücken. Um den wirthschaftlichen Werth zu erhalten, sind zunächst die Kosten abzuziehen, welche das Laden, Anfahren, Breiten und Unterbringen verursachen; berechnen wir diese Kosten für ein Fuder zu 13 ℔ Roggenwerth, so kommen auf den Centner 0,65 ℔ Roggenwerth, welche in Abzug zu bringen sind. — Die angeführten Werthe werden ferner erst im Laufe von 4 Jahren erhalten, mithin verlangen sie bis dahin eine Kapitalauslage, deren Zinsen aus dem Ertrage gedeckt werden müssen; schließlich will der Landwirth für sein Kapital nicht nur den Darlehnszinsfuß erwerben, sondern er verlangt auch einen Gewerbsgewinnst.

Nehmen wir Kapitalzins und Gewerbsgewinnst mit Martiny zu 10% an, so berechnet sich z. B. für den Versuch von Hempel, wo der Centner Stallmist einen Ertragswerth von 10,85 ℔ Roggenwerth hatte, der wirthschaftliche Werth desselben zu 7,9482 oder in runder Zahl zu 8 ℔ Rg.-W.

Aus dem Angeführten sehen wir, daß diese Methode jetzt noch nicht zu dem gewünschten Ziele zu führen vermag und dies auch nicht eher der Fall sein wird, bis eine viel größere Anzahl in jeder Weise exact durchgeführter Versuche vorliegt. Bei diesen Versuchen muß bestimmt werden, von welcher Thierart und durch was für Futter der betreffende Dung erhalten worden ist, dann sein Alter, die Art seiner Gewinung, die Stärke der Düngung und die Art der Anwendung desselben auf dem Felde; ferner müssen genaue Angaben über den Boden, seine Bestellung, die Fruchtfolge, die climatischen Verhältnisse während des Versuches und die Ernte-Ergebnisse gemacht werden.

Liegen erst derartig angestellte Versuche in hinreichender Zahl und unter verschiedenen climatischen Bodenverhältnissen angestellt, vor, so kann man auch eher erwarten, durch diese Methode zu einer allgemeinen Werthbestimmung des Stallmistes zu gelangen.

§. 113.

4. Werthbestimmung des Stallmistes nach seinen Productions-Kosten.

Diese Methode der Werthbestimmung des Mistes ist bis jetzt unter Andern von Veit, Gumbrecht und Schulz-Fleeth theils vorgeschlagen, theils in Anwendung gekommen. Gegen

diese Methode kann von vorne herein eingewendet werden, daß sie zwar die Kosten der Mist-Production darthut, nicht aber den Werth oder Preis desselben bestimmt, da der Kostensatz ja nur einer der Factoren ist, welche den Preis bestimmen. Wenn man aber die andern auf den Preis influirenden Factoren ins Auge faßt, wie den Tauschwerth, den Gewinnstsatz und die Concurrenz (Verhältniß zwischen Angebot und Nachfrage), so kann wohl mit Recht angenommen werden, daß bei dem Stallmiste der Kostensatz vor Allem den Preis bestimmen wird, denn diese anderen Factoren fallen hier so gut wie fort, da wir im Miste keine Marktwaare haben, bei der ja die obigen Factoren vor Allem in Betracht kommen, so daß man nicht mit Unrecht beim Stallmiste den Kostenpreis als den wirklichen Preis ansehen kann.

Wenn so gegen die Methode selbst nicht viele Einwendungen werden gemacht werden können, so gilt doch in Betreff der Anwendung derselben dasselbe, was von der vorigen gesagt werden mußte: es liegen bis jetzt noch leider sehr wenige genaue Buchführungen vor, aus denen wir die sämmtlichen Productions-Kosten des Mistes nebst der Menge des gewonnenen Mistes entnehmen können.

Außer diesem Uebelstande hat die Methode ebenfalls, wie die vorigen, noch mit mehreren Schwierigkeiten zu kämpfen; dies ist vor Allem die Preisbestimmung des Heues, Futter- und Streustrohes. Der Marktpreis ist für dieselben nicht gut anzuwenden, da dieser sich ja vor Allem nach dem Angebot und der Nachfrage richtet und somit, bei großem Angebot sehr fallen, dagegen im anderen Falle wieder steigen wird.

Für die practische Ausführung der Methode liegen mir die genauen Angaben der doppelten Buchführug für Rindvieh und Schafe von einer pommerschen Wirthschaft vor (Pachtgut). Die Dungmenge ist hier nicht direct bestimmt, deshalb ist sie von mir nach der p. 186 u. f. angeführten Methode berechnet. Die Preisansätze der ersten Auflage sind hier beibehalten worden.

1. Milchvieh.

Debet.

	Trockensubstanz	ℳ	₰	ℳ	₰
1. Werth des übernommenen Inventariums:					
a. lebend		14070	—		
b. todt		240	—		
				14310	—
2. baare Ausgaben:					
a. für holländische Kühe		795	—		
b. Unterhaltung der Stallrequisiten		16	—		
				811	—
3. Futter und Stroh:	Trockensubstanz:				
1204,75 Ctr. Kleie à 4 ℳ 45 ₰	1036,0 Ctr.	5361	14		
200,00 „ Rapskuchen à 5 ℳ 90 ₰	180,0 „	1180	—		
4 Schff. Leinsamen à 9 ℳ	2,5 „	36	—		
5 „ Hinterweizen à 1 ℳ 50 ₰	3,4 „	7	50		
59 „ Gersthafer à 3 ℳ	28,2 „	177	—		
241 1/2 „ Hafer à 2 ℳ 50 ₰	100,8 „	603	75		
7 „ Erbsen à 3 ℳ 93 ₰	5,3 „	27	51		
800 „ Kartoffel à 1 ℳ	182,4 „	800	—		
90 Ctr. Wrucken à 50 ₰	8,1 „	45	—		
440 „ Kleeheu à 4 ℳ 50 ₰	369,6 „	1980	—		
1630 „ Wiesenheu à 2 ℳ 50 ₰	1395,3 „	4075	—		
1045 „ Sommerstroh à 50 ₰	898,7 „	522	50		
600 „ Streustroh à 25 ₰	— „	150	—		
1000 „ Schafroth à 25 ₰	— „	250	—		
3000 „ Grünfutter à 30 ₰	540,0 „	900	—		
5635 Quart Milch für die Kälber à 7 1/2 ₰	16,8 „	422	63		
	4767,1 Ctr.			16538	03
4. Verschiedenes:					
an Tagelohn		896	40		
Deputat an den Futterer		393	75		
dito „ die Tagelöhner		14	—		
dito „ den Milchpächter		176	50		
250 Pferdetage		437	50		
Antheil an den Administrations-Kosten		169	50		
„ „ den Generalkosten		245	87		
Beleuchtung des Stalles		15	—		
				2348	52
				34007	55

	M.	Pf.	M.	Pf.
Credit.				
1. Werth des übergebenen Inventariums . . .			12930	—
2. Verkauft:				
1 Bullen	294	—		
3 kranke Kühe	278	—		
5 Kühe	1272	—		
1 Kuhhaut	10	—		
Kälber und Felle	591	—		
Milchverkauf von 99000 Quart	7595	85		
Futtergeld für 1 Kuh vom Küster	90	—		
			10125	85
3. Im Haushalte:				
4 Kälber	30	—		
7198 Quart Milch	539	85		
			569	85
4. Deputat:				
Winterfütterung für 3 Kühe der Tagelöhner	—	—	225	—
5. an die Kälber 5635 Quart	—	—	422	63
	Summa:		24273	33

Das Debet beträgt somit	34007 M. 55 Pf.
„ Credit „ „	24273 M. 33 Pf.
Also die Productionskosten des Dungs . .	9734 M. 22 Pf.

Aus der Trockensubstanz des Futters 4767,1 × 3,886 + dem Einstreustroh 1600 Ctr. berechnet sich die Dungmenge zu 20125 Ctr., welche 9734 Mark 22 Pfg. zu produciren kosten, mithin 1 Ctr. zu 48,4 Pfg.; dies die Productions-Kosten für 1 Ctr. Rindviehmist bei reiner Stallfütterung.

2. Schafe.		ℳ	₰	ℳ	₰
Debet.					
1. Werth des übernommenen Inventariums: . .				13147	—
2. Baare Ausgaben:					
a. für 2 Böcke		312	90		
b. für Wollsäcke, Band, Scheeren ꝛc. . . .		277	85		
				590	75
3. Löhne:					
Deputat an den Schäfer		464	—		
Lohn an den Knecht		420	—		
				884	—
4. Futter und Stroh:	Trockensubstanz:				
121 Ctr. Kleie	104,0 Ctr.	538	45		
46 1/2 Schff. Hafer	19,4 "	116	25		
960 Ctr. Wrucken	86,4 "	480	—		
320 " Kleeheu	268,8 "	1440	—		
720 " Wiesenheu	616,3 "	1800	—		
2600 Schff. Lupinen	192,3 "	3900	—		
400 " Erbsen	312,8 "	1572	—		
2200 Ctr. Sommerstroh	1892,0 "	1100	—		
890 " Winterstroh	765,4 "	445	—		
400 " Streustroh	—	100	—		
400 " Wruckenblätter	46,4 "	40	—		
	4303,8 Ctr.			11531	70
5 Verschiedenes:					
Tagelohn		436	90		
12 Pferdetage		21	—		
Beköstigung während der Schur		18	—		
Antheil an den Administrationskosten . . .		138	60		
" " " Generalkosten		245	88		
" " " Geräthe-Conto		15	—		
Unterhaltung der Betten und Wäsche des Knechts		45	—		
Zinsen der eigenen Anbaute		75	—		
				995	38
				27148	83

Credit.	M	Pf	M	Pf
1. Werth des übergebenen Inventariums . . .			14554	—
2. Verkauft:				
a. für Felle, alte Schafe 2c.	141	50		
b. für 44,48 Ctr. Wolle (netto 40,48 Ctr.) .	7285	90		
			7427	40
3. An das Fettvieh-Conto übergebene 201 Schafe verschiedenen Alters			1962	—
4. Im Haushalte verbraucht 18 Schafe und Lämmer			54	—
5. Deputat. Werth der Stallfütterung von 9 Schafen für die Leute			63	—
6. Von dem erhaltenen Stroh zurück an den Kuhstall			250	—
			24310	40

Das Debet beträgt also . . . . 27148 M 83 Pf
" Credit " " . . . . 24310 M 40 Pf
Somit die Productionskosten des Dungs . 2838 M 43 Pf

Aus der Trockensubstanz des Futters (4303,8 . 1,884) plus dem Streustroh (400 Ctr.) berechnet sich die Dungmenge zu 8508,4 Ctr., welche 2838 Mark 43 Pfg. zu produciren kosten, somit 1 Ctr. 33,4 Pfg.

Bemerkt muß hier noch werden, daß die Weide nicht in Rechnung gezogen worden ist, da wohl angenommen werden kann, daß eine dem auf der Weide eingenommenen Futter entsprechende Menge Excremente daselbst gelassen worden ist; eine andere Rechnung würde hier schwer durchzuführen sein.

Diese beiden Rechnungen sollen zunächst als Beispiele dienen. Liegen uns erst eine Anzahl derartiger Rechnungen vor und zwar unter Berücksichtigung der verschiedenen gebräuchlichen Futterarten, so werden wir dadurch auch zur Bestimmung allgemein gültiger Preise für den Mist der einzelnen Thiere gelangen.

Ferner zeigen diese Rechnungen, welche ja, wenn auf den Wirthschaften die doppelte Buchführung eingeführt ist, durchaus leicht anzustellen sind, **durch welche Viehgattung**, natürlich unter Berücksichtigung der Wirkung der einzelnen Mistarten, bei **den vorliegenden Verhältnissen, sich der Dünger am billigsten herstellen läßt.**

Die ganze bisherige Betrachtung thut leider dar, daß bis jetzt für die Werthbestimmung des Stallmistes noch verhältnißmäßig wenig geschehen, und daß somit gerade auf diesem Gebiete noch Vieles zu thun ist.

Von den drei angeführten Methoden halte ich allein, wie bereits ausgesprochen, die beiden letzteren für zum Ziele führend, da für die erste die Werthsbestimmung der einzelnen Factoren eine sehr schwierige, ja theilweise wohl unmögliche ist. Ich glaube, daß eine Vereinigung der beiden letzten Methoden am schnellsten und besten den gewünschten Erfolg haben wird, d. h. daß man die Versuche für die Werthsbestimmung des Mistes nach seiner Wirkung mit solchem Dünger anstellen muß, dessen Productionskosten genau festgestellt sind, und dann den Werth, der sich aus der Wirkungsweise ergiebt, mit dem Kostenpreise in Vergleich zu bringen hat.

E. Die flüssige Düngung.

§. 114.

Die Methode, die Nährstoffe der Pflanze in flüssiger Form zum Boden zu bringen, ist keineswegs neu, wir finden sie bereits seit längerer Zeit beim Gartenbau, beim Ackerbau im Kleinen und bei den Wiesen in Form der Jauche in Anwendung. Neu dagegen ist die Art der flüssigen Düngung, wie sie in England am Ende der vierziger Jahre von Lawson zu Raigras angewendet, worauf dann von E. Chadwick eine reformatorische Ackerbautheorie gegründet wurde. Man wandte hier auf verschiedenen Farmen den sämmtlichen Hofdünger in flüssiger Form für das ganze Feld an.

Für die Beurtheilung der flüssigen Düngung ist einerseits die Betrachtung der Wirkung derselben auf den Boden und anderseits die der Einrichtungen und Ausführung mit den Kosten 2c. nothwendig.

1. Wirkung der flüssigen Düngung.

Bei der Darlegung der Wirkung des Stalldüngers haben wir gesehen, daß dieselbe einerseits in Bereicherung des Feldes an den für das Wachsthum der Pflanzen nothwendigen Nährstoffen, sowie anderseits in Verbesserung der physikalischen Eigenschaften desselben besteht. Bei der Anwendung der flüssigen Düngung wird auf die letztere Wirkung des Düngers vollständig

verzichtet. Sollte die flüssige Düngung das Lob, was ihr von England aus zugeschrieben worden ist, in jeder Weise verdienen, so müßte entweder die physikalische Wirkung eines Düngers für die Felder gleichgültig sein, oder die flüssige Düngung ist nur für gewisse Felder anwendbar. Da das Erstere gewiß von Niemand behauptet werden kann, so folgt daraus, daß die flüssige Düngung nur für gewisse Felder brauchbar ist, also nur eine beschränkte Anwendung hat. Nicht brauchbar, d. h. natürlich mit dem gewünschten und verheißenen Erfolge, ist sie für alle bindigen, sowie sehr leichten Bodenarten; jene sollen durch die Stallmistdüngung lockerer u. s. w., und diese bindiger gemacht werden. Es bleiben somit für die flüssige Düngung nur die Bodenarten von mittlerer Beschaffenheit, also die aus sandigem Lehm und lehmigem Sand bestehenden übrig. Bedingung bei diesen wird aber ferner noch sein, daß sie bereits in hoher Cultur stehen. Ob aber bei diesen die fortwährende Anwendung der flüssigen Düngung stets zulässig sein wird, wage ich nicht zu entscheiden, da dies nur durch die Erfahrung geschehen kann, möchte es aber bezweifeln.

Bei der flüssigen Düngung bringen wir mit den Pflanzennährstoffen zugleich eine beträchtliche Menge Wasser auf das Feld, wir düngen also und bewässern zugleich, es ist dies gewiß für viele Felder und vor allem in trockenen Jahren von bedeutender Wichtigkeit; jedoch wiederum nicht für alle Felder und alle climatischen Verhältnisse. Für sehr bindige Böden, welche in der Regel an Mangel an Feuchtigkeit nicht leiden, sondern im Gegentheil daran Ueberfluß haben, ist somit aus diesem Grunde die flüssige Düngung nicht anwendbar. Dieser Vortheil wird somit nur Böden von mittlerer und leichter Beschaffenheit zu Gute kommen; dies aber auch wieder nicht zu allen Zeiten. In nassen Jahren, oder wenigstens in nassen Perioden des Jahres, wird ihre Anwendung sich auf diesen Böden nicht empfehlen, da dieselben erstlich an sich schon genug Feuchtigkeit haben, und dann leicht durch Ablaufen der Dungflüssigkeit, sowie durch das Geschlossenwerden der Ackerkrume und dadurch entstehenden Mangel an Luftzutritt Verluste entstehen können. Aus diesem Grunde hat somit die flüssige Düngung ebenfalls nur eine beschränkte Anwendung. Bemerkt muß noch werden, daß Drainage die Zahl der für die flüssige Düngung zu benutzenden Felder noch vermehren wird.

Die Zuführung der Nährstoffe in flüssiger Form zum Boden hat den Vortheil, daß wir dieselben in assimilirbarer Form zu

demselben bringen und in demselben gleichmäßig vertheilen. Hierbei müssen wir zunächst aber wohl erwägen, daß die in löslicher Form dem Boden einverleibten Nährstoffe in demselben nicht in löslicher Form verbleiben, sondern in demselben zum größten Theile gebunden und so wieder mehr oder weniger schwer löslich gemacht werden; daher für die Pflanze aufnehmbar zum Theil erst wieder durch die Lösungsmittel des Bodens und der Pflanze gemacht werden können. Diese Eigenschaft ist anderseits aber für die flüssige Düngung von außerordentlichem Vortheile, ohne sie würde sie gar nicht anwendbar sein, denn dann würden die in flüssiger Form zum Boden gebrachten Nährstoffe bald in den Untergrund versinken und sich so der Aufnahme durch die Pflanzen entziehen. Diese Eigenschaft des Bodens nennen wir das Absorptions-Vermögen desselben, welches im I. Bd. p. 291 u. f. speciell beschrieben ist. Aus dem dort Angeführten können wir zugleich entnehmen, daß die flüssige Düngung nicht für alle Böden anwendbar ist, da das Absorptions-Vermögen der einzelnen Böden nicht gleich ist. Für sehr leichte, sandige Böden, welche verhältnißmäßig nur ein schwaches Absorptions-Vermögen besitzen, und bei denen daher ein Theil der zugeführten Nährstoffe bald in den Untergrund versinken wird, ist daher aus diesem Grunde die flüssige Düngung nicht benutzbar.

Wenn so das bisher Besprochene gezeigt hat, daß die flüssige Düngung nur auf eine beschränkte Zahl von Böden mit Erfolg ausführbar ist, so wird die weitere Betrachtung darthun, daß dasselbe auch in Betreff der Pflanzen gilt.

Durch die flüssige Düngung können wir den Pflanzen zur Zeit nicht die ihnen für ihre ganze Vegetation nothwendige Nährstoffmenge zuführen, sondern dieselbe muß während der Vegetation mehrfach wiederholt werden. Aus diesem Grunde ist die flüssige Düngung für die Cerealien, Leguminosen und Cruciferen, sobald dieselben der Samengewinnung wegen angebaut werden, nicht zu benutzen, was ferner noch dann um so mehr der Fall ist, wenn zur Bereitung der flüssigen Düngung nicht die sämmtlichen Excremente und das Stroh, resp. noch künstliche Düngemittel, sondern vorherrschend nur die flüssigen, die Jauche, verwendet werden, da es dann den Pflanzen zur Samenbildung vor Allem an der erforderlichen Phosphorsäure fehlt. In England, wo man anfänglich die flüssige Düngung für alle Früchte anwendbar hielt und die sämmtlichen Felder der betreffenden Farmen hiernach einrichtete, hat das eben Ausgesprochene die Erfahrung bereits bewiesen, indem man dieselbe jetzt vor Allem nur für Wiesen-,

Klee- und Grasfelder benutzt. Hier, wo es auf ein möglichst schnelles und mastiges Wachsthum ankommt, kann sie während des Jahres mehrfach wiederholt werden, was in der Regel nach jedem Schnitte geschieht. Man wendet sie in England hauptsächlich für italienisches Raigras an, und nur in wenig Wirthschaften wird sie nebenbei auch für andere Gewächse gebraucht, jedoch hier nur als Nebendüngung.

§. 115.

2. Einrichtung und Ausführung. Kostenberechnung.

Hat bereits die obige Betrachtung der Wirkung der flüssigen Düngung ihre Anwendung als eine beschränkte gekennzeichnet, so ist dies noch um so mehr der Fall, wenn wir die durch die Einrichtung und Ausführung verursachten Kosten ins Auge fassen.

Es kann meine Aufgabe nicht sein, hier speciell die Einrichtungen und Ausführung der flüssigen Düngung zu beschreiben, sondern ich werde nur in aller Kürze das Hauptsächlichste des Verfahrens darzulegen versuchen und verweise den sich speciell für die flüssige Düngung Interessirenden auf die ausführlichen und vorzüglichen Schriften von Hartstein.*)

Die Jauche, die in neuester Zeit vorherrschend noch angewendet wird, die festen Excremente und theilweise auch das Streustroh, dies aber seltener, werden in Sammelbehältern, von denen man früher mehrere hatte, wogegen jetzt nur noch einer in Gebrauch zu sein pflegt, gesammelt, und müssen hier zunächst eine Gährung durchmachen. Letzteres wurde früher für nothwendig gehalten, weshalb man mehrere Sammelbehälter benutzte, da man hiervon in neuester Zeit aber abgekommen ist, so wendet man jetzt auch nur noch einen Sammelbehälter an. Aus dem Sammelbehälter kommen die Excremente dann in das Mischreservoir, welches etwas niedriger, als jener, liegt und werden hier mit der 2—4fachen Menge Wasser verdünnt. Außer dem Wasser setzt man häufig noch Guano, aufgeschlossenes Knochenmehl, gepulverte Oelkuchen etc. zu, welche Zusätze den Werth des Düngers natürlich wesentlich vermehren. Um Ammoniak-Verlusten vorzubeugen, werden noch Schwefelsäure, Gyps oder Eisenvitriol angewendet. Zur gleichmäßigen Mischung des Wassers und der Dungmassen bedient man sich Rührwerke, welche in den Cisternen angebracht und verschiedener Art sind.

Der so vorbereitete Dung wird durch Röhren nach den einzelnen Grundstücken des Gutes gebracht und zwar in der Art, daß zunächst nach allen Hauptrichtungen Röhren von 7,5—10 Centim. Durchmesser 0,63—0,78 Meter tief in die Erde gelegt sind, von welchen nach den einzelnen Feldschlägen Zuleitungsröhren von 5—6,5 Centimeter Durchmesser abgehen. Auf den Zuleitungsröhren werden in Entfernung von 94—282 m sogenannte Hydranten angebracht, d. h. Ausflußröhren, welche den frischen Dünger unmittelbar an die Oberfläche führen. Die Röhren sind meistens aus Eisen, selten aus Thon

*) Vom englischen und schottischen Düngerwesen. Bonn 1855, und die flüssige Düngung und das italienische Raigras. Bonn. 1859.

verfertigt. Das Ausflußrohr wird in der Erde durch einen gemauerten Kasten umschlossen, welcher oberhalb mit einer steinernen oder hölzernen Platte gedeckt ist. Der Hydrant besteht aus einem gußeisernen, zunächst vertikalen, dann sich seitlich abzweigenden Rohr. Der Ausfluß wird durch einen Stempel geregelt. Auf das obere Ende des seitlichen Ausflusses wird eine Büchse mit Knierohr, woran der Vertheilungsschlauch befestigt ist, angebracht; die Schläuche bestehen meistens aus Guttapercha; ihre Länge wird durch die Entfernung der Hydranten bestimmt (63—188 m).

Die Zuführung des flüssigen Düngers in die unterirdische Röhrenleitung geschieht bei natürlichem Gefälle des Areals durch den von selbst gegebenen hydrostatischen Druck, oder wo dieses fehlt, durch Pumpenwerke, welche vermittelst Wasserkraft oder einer Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden; letzteres vertheuert natürlich die Anlagen um ein Bedeutendes.

Die Kosten für diese Einrichtungen variiren nach Hartstein pro acre zwischen 2 l. 17 s. 1 d. bis 6 l., betragen also im Durchschnitt 4 l. 7 s. 4 d. Die Dampfmaschine wird hierbei noch anderweitig benutzt.

Die jährlichen Zinsen des Einrichtungs-Kapitals incl. der Abnutzung und Betriebskosten betragen ferner 7 s. 3/4 d. bis 13 s.

Hartstein giebt dann noch eine Kostenberechnung für 11,5 Hectar an, wobei vorausgesetzt wird, daß dieselben ein natürliches Gefäll besitzen; hierbei belaufen sich die Anlagekosten auf 2893 Mark 60 Pfg. und die Betriebskosten auf jährlich 420 Mark, also pro Hectar die Anlagekosten auf 251 Mark 62 Pfg., und die Betriebskosten auf 36,52 Mark.

Nach allem dem bis jetzt über die flüssige Düngung Angeführten läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß dieselbe nur eine sehr beschränkte Anwendung haben kann; sie eignet sich nur für kleinere Ackerflächen, welche in der Nähe des Hofes belegen, die geeignete Bodenbeschaffenheit, das erforderliche, natürliche Gefäll besitzen und zum Futterbau bestimmt sind. Eine allgemeine Anwendung, wie man dies in England zunächst anstrebte, kann die flüssige Düngung dagegen nie finden.

Der beste Prüfstein für die geringe practische Nutzbarkeit des Verfahrens ist die Thatsache, daß es in England fast überall bereits wieder aufgegeben ist, wie dies aus einer Nachricht in der Mark Lane Express vom Jahre 1861 hervorgeht.

Erwähnt mag noch werden, daß die flüssige Düngung nach englischen Grundsätzen auch in Deutschland vereinzelt in Anwenwendung gekommen ist.

Kapitel VI.

Die menschlichen Excremente.

§. 116.

I. Bedeutung der menschlichen Excremente in landwirthschaftlicher und national-ökonomischer Hinsicht.

Der bereits so vielfach ventilirte Ausspruch v. Liebig's, daß die Landwirthe der Jetztzeit Raubwirthschaft treiben, basirt vor allem auf der verhältnißmäßig geringen Verwendung der menschlichen Excremente in der Landwirthschaft; diese ist leider auch jetzt noch eine unbestreitbare Thatsache und daher auch der Ausspruch v. Liebig's ein gerechtfertigter, soviel auch von verschiedenen Seiten dagegen gesagt werden mag. Der Zusammenhang zwischen beiden ist sehr leicht nachweisbar.

Der Landwirth producirt die Rohstoffe, welche zur Ernährung sowie zur Bekleidung und zu anderen Bedürfnissen der Menschen dienen. Das zur Bildung aller dieser Stoffe Erforderliche hat der Boden direct oder indirect hergeben müssen; soweit dieselben dem Gute entzogen — exportirt — werden, verliert es die Körper, aus welchen dieselben bestehen. Geben wir dem Gute für diese exportirten Stoffe keinen Ersatz, so berauben wir es, was, da es sich alljährlich wiederholt, schließlich die Verarmung des Bodens herbeiführen muß. Wann diese Verarmung eintritt, ob nach 10, 50 oder 100 Jahren, ist in den meisten Fällen schwer zu bestimmen, daß sie aber eintreten muß, ist eine unumstößliche Wahrheit.

Fassen wir von den Erzeugnissen des Gutes nur die Rohstoffe ins Auge, welche zur Ernährung der Menschen dienen, und welche für unsere Frage allein in Betracht kommen, da die anderen in der Regel, soweit sie für den Boden wichtig sind, demselben früher oder später wieder zu Gute kommen, so würde die

Beraubung des Feldes nicht eintreten, wenn wir demselben für jene einen Ersatz darbrächten, oder mit anderen Worten, wenn wir die in den ausgeführten Scheffeln Weizen, Roggen, Kartoffeln u. s. w. u. s. w., sowie die in dem Fleisch, der Milch u. s. w. enthaltenen Nährstoffe den Feldern wiederzuführten.

Dies ist uns in Betreff des Stickstoffs jetzt noch für eine Anzahl von Feldern durch die Peruguano- und Chilisalpeter-Lager Südamerikas und die Ammoniakfabrikation der Leuchtgasanstalten, in Betreff der Phosphorsäure und des Kalis noch für lange Zeit durch die Lager der phosphorsäurereichen Guanos, der Apatite und Coprolithen, sowie durch den Reichthum des Staßfurther Abraumsalzes an Kali möglich, leider aber nicht für alle Felder. Liebig's Ausspruch bezieht sich aber nicht auf eine Anzahl von Gütern, sondern auf die sämmtlichen Güter einer Nation. Daß einzelne Güter, deren Zahl in einer Hinsicht eine recht bedeutende, im Verhältniß zum Ganzen aber immer noch keine große ist, ihren Feldern vollen Ersatz für das Exportirte liefern, ist bekannt. Diese betrifft natürlich Liebig's Ausspruch nicht, sondern die große Zahl derjenigen, bei denen dies der Fall nicht ist.

Ersatz für das Ausgeführte kann ein Gut durch die Einfuhr von Dung- und Futterstoffen erhalten, die Gesammtfelder dagegen nur durch Dungstoffe, welche aber leider auf die Dauer, und dies betrifft in erster Reihe den Stickstoff, aus den oben angedeuteten Quellen nicht bezogen werden können. — Die Peruguano werden von Jahr zu Jahr ärmer an Stickstoff. Wie lange die Chilisalpeterlager bei den nebenbei bemerkt schwankenden Preisen für dies Dungmittel noch aushalten werden, ist nicht bekannt. Der Ammoniakfabrikation der Leuchtgasanstalten droht in der Zukunft eine allmähliche Verringerung, da man bekanntlich für eventuelle Verwerthung des electrischen Lichtes zur Beleuchtung bemüht ist. — Wenn daher nicht eine andere Quelle, vor Allem für den so wichtigen Stickstoff, flüssig gemacht wird, so muß allmählich Verarmung der Felder im Allgemeinen eintreten. Diese Quelle ist aber durchaus nicht so weit zu suchen, sondern wir haben sie in unserer unmittelbaren Nähe — in den Excrementen der Menschen. Der Mensch gebraucht ja die auf den Feldern erzeugten Stoffe zu seiner Ernährung. Was die Betrachtung der thierischen Ernährung über den Zusammenhang zwischen Futter und Excrementen gezeigt hat, gilt ebenfalls von der menschlichen Ernährung. Wir haben auch hier in den Gesammt-Excrementen bei den erwachsenen Menschen die um gewisse Procente von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff verminderten Bestandtheile der

Nahrung. Sobald wir somit die Excremente sorgfältig sammeln, und dem Boden wieder zuführen, sind wir im Stande, ihm fast vollständigen Ersatz für das Exportirte zu bieten. Was zum vollen Ersatz noch fehlt, ist dasjenige, was die menschlichen Körper zusammensetzt und was eine vollberechtigte Pietät der Benutzung ferne hält. Hierfür finden wir aber in den oben genannten Quellen mehr als Ersatz.

Die Landwirthschaft, und vor Allem die deutsche Landwirthschaft, soll nicht nur bestrebt sein, die Fruchtbarkeit der Felder zu erhalten, sondern soll dieselbe allmählich, soweit dies rationell möglich ist, vermehren. Dies ist aber nur möglich durch Mitverwendung der menschlichen Excremente. Die deutsche Landwirthschaft leidet zur Zeit durch die gewaltige Concurrenz, welche ihr Amerika, Rußland sowie die südöstlichen europäischen Länder bereiten. Diese Länder liefern nicht nur Getreide, sondern auch Viehproducte, ja lebendes Vieh, das viel billiger producirt ist, als es Deutschland produciren kann, daher auch zu niedrigerem Preise auf den Markt gebracht wird. Die Productions-Fähigkeit dieser Länder ist aber nicht nur zur Zeit eine sehr große, sondern vor Allem was Amerika anbetrifft, noch wesentlich im Steigen begriffen. — In Nord-Amerika sind in einem Jahre 8 Millionen Hectare Land für landwirthschaftliche Ausbeutung erworben, und in den letzten 10 Jahren hat sich der Weizenbau auf weitere 4 Mill. Hectare ausgedehnt, das ist fast der 4. Theil des gesammten preußischen Ackerlandes. — Deutschland deckt seinen Bedarf an Körnern zur Ernährung der Bevölkerung nicht, sondern es muß noch für 300 Mill. Mark vom Auslande beziehen. Die Aufgabe der deutschen Landwirthschaft ist daher, mit aller Kraft dahin zu streben, daß sie soviel producirt, als zur Ernährung der Bevölkerung erforderlich ist. Dies ist aber nur möglich, einerseits durch Vermehrung der zu Ackerland benutzten Fläche, also durch Urbarmachung, und anderseits, und zwar vor Allem, durch Steigerung der Productions-Fähigkeit der Felder, letztere ist aber in erster Reihe nur durch Erhöhung der Fruchtbarkeit der Felder, das ist durch stärkere Düngung, wie dies bisher im Allgemeinen geschehen, erreichbar. Die Verwendung größerer Dungmassen für die Felder soll aber nicht durch den erhöhten Import der theuren ausländischen Dungstoffe und so durch den Export vieler Millionen Mark geschehen, sondern muß durch die Mitverwendung und volle Ausnutzung der menschlichen Excremente angestrebt werden. Es darf nicht nur durch Erhöhung der Productionskosten eine Vermehrung des Ertrages zu erreichen versucht werden, sondern letztere muß und kann erlangt werden durch Verwendung billiger Dung-

stoffe und dies sind die menschlichen Excremente. Jetzt gehen viele Millionen jährlich für Beschaffung der den Pflanzenbau so nothwendigen Nährstoffe ins Ausland, während die im Lande täglich producirten, deren Werth für Deutschland über 400 Mill. Mark beträgt, noch zum geringen Theil volle Ausnutzung finden.

So lange aber die menschlichen Excremente nur in geringem Procentsatz dem Acker wiedergegeben werden, während der größte absichtlich und zwar vielfach unter Aufwendung bedeutender Geldmittel weggeführt wird, ist der Ausspruch v. Liebig's, daß die Landwirthschaft der Jetztzeit — natürlich im Allgemeinen und nicht die jedes Einzelnen — eine Raubwirthschaft sei, vollständig gerechtfertigt.

Wie so vom landwirthschaftlichen und national-ökonomischen Standpunkte gebieterisch die Sammlung und Erhaltung der menschlichen Excremente verlangt wird, ebenso geschieht dies auch vom sanitäts-polizeilichen. Die menschlichen Excremente gehen bald in Zersetzung über, wodurch Stoffe entstehen, welche in verschiedener Weise dem Menschen schädlich sind: sie verpesten die Luft der Wohnungen und Straßen, vergiften die Brunnen, und sind somit die Hauptursachen, welche das Auftreten der Cholera und der anderen epidemischen Krankheiten bewirken.

II. Menge und Zusammensetzung der menschlichen Excremente.

§. 117.

Die hohe Bedeutung der menschlichen Excremente für die Landwirthschaft, welche in dem Obigen im Allgemeinen darzuthun versucht ist, muß jetzt fernerhin durch Zahlen belegt werden. Es darf hierbei wohl kaum noch vorausgeschickt werden, daß die nachfolgenden Zahlen keinen absoluten, sondern nur einen relativen Werth haben, da ja die Menge und Beschaffenheit der Excremente sich nach der genossenen Nahrung richten.

a. Der Harn.

Der menschliche Harn ist bereits vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen.

Was zunächst die Menge des in 24 St. gelassenen Harns anbetrifft, so beträgt dieselbe nach den Untersuchungen Lecanu's bei 16 Personen verschiedenen Alters und Geschlechtes und bei verschiedener, aber hinreichender Nahrung 525 bis 2271 Grm., im Durchschnitt also 1398 Grm.

Becquerel fand dieselbe bei

4 Männern im Durchschnitt zu 1267,3 Grm.
und bei 4 Frauen dito „ 1371,7 „

Chambert bestimmte dieselbe bei Männern von 20—25 Jahren in 24 Beobachtungen zu 685—1590, durchschnittlich somit zu 1138 Grm. Lehmann erhielt bei Versuchen, welche er an sich selbst anstellte, während einer 14tägigen gemischten Nahrung täglich 898—1448 Grm., bei einer 12tägl. animalischen Kost täglich 979—1384 Grm., und bei einer 12tägl. vegetabilischen 720—1212 Grm.

Aus diesen Angaben berechnet sich die durchschnittliche tägliche Harnmenge zu 1200 Grm.

Die Menge der festen Bestandtheile des Harns ist von den obigen Beobachtern, wie folgt, gefunden worden:

Lecanu	. . . .	53,1 (39,0—71,7)
Becquerel	bei Männern	39,52
	„ Frauen	34,51
Lehmann	„ gemischter Kost . . .	67,82
	„ animalischer Kost . .	87,44
	„ vegetabilischer „ . .	59,24
	„ stickstofflosen Nahrungsmitteln	41,68

In Betreff der festen Bestandtheile des Harns muß noch erwähnt werden, daß sich die Menge derselben bei den einzelnen Nationen außerordentlich verschieden herausstellt; am geringsten ist dieselbe bei den Franzosen, am größten bei den Engländern; zwischen beiden liegt die der Deutschen; aus diesem Grunde halte ich es für das Richtigste, die Mittelzahlen von Lehmann's Versuchen für die deutschen Verhältnisse zu Grunde zu legen; diese beträgt 64 Grm.

Diese festen Bestandtheile enthalten nach Lehmann:

	Harnstoff:	Harnsäure:	Extractivstoffe und Salze:
bei gemischter Nahrung	32,498	1,183	12,746
„ animalischer „	53,198	1,478	7,312
„ vegetabilischer „	22,481	1,021	19,168
„ stickstofffreier „	15,408	0,735	17,180

Wir sehen also auch hier je nach der Nahrung große Schwankungen.

Da es für unsere Betrachtung in Betreff der organischen Stoffe weniger auf die näheren als auf die elementaren Bestandtheile, vor allem den Stickstoff ankommt, so führe ich in Betreff desselben die Bestimmungen von Boussingault an, nach welchen die Stickstoffmenge in 100 Theilen Harn beträgt:

			Macht bei 1200 Grm. in 24 Stunden:	
bei einem Mann von 46 Jahren		1,84	22,08	durchschnittlich 13,36 Grm.
„ „ „ „ 46	„	1,57	18,84	
„ „ „ „ 21	„	1,02	13,24	
„ „ „ „ 21	„	1,02	12,24	
„ „ Knaben „ 8	„	0,70	8,40	
„ „ „ „ 8	„	0,45	5,40	
„ „ Kinde „ 8	Monaten	0,16	1,92	
„ „ „ „ 8	„	0,15	1,80	

Nach Lawes und Gilbert's eigenen und fremden Beobachtungen beträgt die tägliche Stickstoffmenge:

bei Knaben bis 16 Jahren	6,06 Grm.	
„ Männern von 16—50 Jahren	17,45 „	
„ „ über 50 Jahren	13,98 „	
„ Frauen	10,73 „	
durchschnittlich	12,06 Grm.	

Ob Ammoniak präexistirend im Harne vorhanden, ist noch eine Streitfrage.

Die Menge der im Harne von 24 Stunden enthaltenen feuerbeständigen Salze beträgt

	nach Lecanu, Mittel:	Schwankungen:	nach Lawes u. Gilbert
bei Männern	16,88	9,96—24,50	19,24
„ Frauen	14,38	10,28—19,63	11,79
„ Kindern	10,05	9,91—10,92	10,84
„ Greisen	8,05	4,84— 9,78	12,41
nach Becquerel bei Männern	9,751		
„ Frauen	8,426		
Chambert bei 24 jungen M.	14,854	6,993—23,636	
Lehmann bei gemischt. Kost	15,245	9,652—17,284	

Die Zusammensetzung der Asche ist nach den Analysen von Porter, Way und Fleitmann folgende:

	Porter:	Way:	Fleitmann in 24 St.:
Kali	13,64%	16,16%	2,9580
Natron	36,98 „	30,83 „	4,7299
Kalkerde	1,15 „	1,89 „	0,2245
Magnesia	1,34 „	1,49 „	0,2415
Eisenoxyd	Spur	0,14 „	0,0048
Phosphorsäure	11,21 „	14,31 „	1,7598
Schwefelsäure	4,06 „	1,43 „	0,3864
Chlor	40,80 „	43,11 „	5,8690
Unlösliche kieselige Substanz	—	0,28 „	0,0691

In Betreff der Phosphorsäure bemerke ich noch, daß die Menge derselben nach Breed's Untersuchungen in 1000 Ccm. 2,317 Grm. beträgt, ferner nach Neubauer die Menge der Gesammt-Phosphate im Harn junger Männer (20—24 J.) täglich zwischen 0,8020 und 1,354 Grm. schwankt, (0,242 $3CaOPO^5$ und 0,541 $2MgOPO^5$ und 0,541 $3CaOPO^5$ und 0,826 $2MgOPO^5$) und nach Dunkelberg dieselbe im Harne eines 41jähr. M. und einer 37jähr. Frau durchschnittlich in 24 St. 0,889 Grm. ausmacht.

Berechnen wir jetzt bei Zugrundelegung der obigen Angaben die Menge und Zusammensetzung des im Jahre gelassenen Harnes, so beträgt dieselbe bei tägl. 1200 Grm. jährl. 876 K., und in diesen an festen Bestandtheilen nach Lehmann 46,72 K., in diesen sind an Stickstoff bei tägl. 12,06 Grm. 8,8 K. und bei 14 Grm. 10,22 K. Die tägl. Aschenmenge beläuft sich im Durchschnitt der Angaben von Lecanu, Becquerel, Chambert, Lehmann, Lawes und Gilbert auf 13,01 Grm., somit jährl. auf 9,5 K.; nehmen wir nur den Durchschnitt der Lehmann'schen Beobachtungen (15,25) auf 11,13 K.

Die Menge des Kalis.
in 9,5 ℔ Asche nach Way 1,53 ℔, nach Porter 1,30 ℔
„ 11,13 „ „ „ „ 1,80 „ „ „ 1,52 „
und nach Fleitmann bei täglich 2,9568 Grm. 2,158 „
Die Menge der Phosphorsäure
in 9,5 ℔ Asche nach Way 1,36 ℔, nach Porter 1,06 ℔
„ 11,13 „ „ „ „ 1,59 „ „ „ 1,25 „
und nach Fleitmann bei täglich 1,7598 Grm. 1,285 „

§. 118.

b. Der Koth.

Die Menge des Kothes in 24 Stunden, sowie sein Wasser-, Stickstoff- und Aschen-Gehalt ist von Lawes und Gilbert nach eigenen und fremden Beobachtungen, wie folgt zusammengestellt.

	Frische Excremente:	Trockensubstanz:	Stickstoff:	Asche:
Bei Knaben unter 16 Jahren . .	108,8 Grm.	27,44 Grm.	2,34 Grm.	3,69 Grm.
Bei Männern von 16—50 Jahren	152,2 „	38,00 „	1,94 „	4,23 „
Bei Männern über 50 Jahre . .	226,3 „	42,34 „	3,21 „	8,32 „
Bei Frauen*) . .	45,3 „	12,05 „	1,02 „	1,61 „
durchschnittlich	133,0 Grm.	30,33 Grm.	2,13 Grm.	4,46 Grm.

Berzelius fand den Wassergehalt des Kothes zu 75,3%, Wehsarg zu 73,3% und Way zu 75,70% mit 5,69% Stickstoff in der Trockensubstanz.

Die Zusammensetzung der Asche ist nach den Analysen von Porter, Way und Fleitmann die folgende:

	Porter:	Way:	Fleitmann:
Kali	6,10	11,9	20,92
Natron . . .	7,37	4,0	1,06
Kalkerde . .	26,46	17,2	21,36
Magnesia . .	10,54	15,5	10,67
Eisenoxyd . .	2,50	5,4	2,09
Phosphorsäure	36,03	42,7	30,98
Schwefelsäure .	3,13	2,4	1,13
Chlor . . .	2,63	1,1	0,37
Kieselsäure . .	—	—	1,44
Kohlensäure .	5,07	—	1,05
Sand . . .	—	—	7,89

Bei Zugrundelegung der obigen Zahlen berechnet sich die Menge des Kothes und seiner wichtigsten Bestandtheile für das Jahr, wie folgt. Nehmen wir als tägliche Durchschnittsmenge 133 Grm. an, so giebt dies für das Jahr 97,1 ℔ frischer Excremente mit 22,14 ℔ Trockensubstanz; diese enthalten nach der Analyse von Way an Stickstoff 1,342 ℔, nach der Angabe von

*) Die Angaben für die Frauen erscheinen auffallend niedrig.

Lawes und Gilbert 1,555 ℔; die Aschenmenge beträgt 3,256 ℔ und hat an Phosphorsäure nach Way 1,390, nach Fleitmann 1,009 ℔ und an Kali nach Way 0,387 ℔ und nach Fleitmann 0,681 ℔.

§. 119.

c. Zusammensetzung der jährlichen Gesammt-Excremente.

Nach diesen Angaben berechnet sich jetzt die Gesammtmenge der täglich, resp. jährlich ausgeschiedenen Excremente und ihrer wichtigsten Bestandtheile, wie folgt:

	Feste		Flüssige		Zusammen	
	täglich Grm.	jährlich ℔	täglich Grm.	jährlich ℔	täglich Grm.	jährlich ℔
Menge	133,0	97,1	1200,0	876,0	1333,0	973,1
Feste Bestandtheile .	30,3	22,1	64,0	46,7	94,0	68,9
Organ. Bestandtheile	25,9	18,9	50,0	36,5	75,5	56,3
Stickstoff in denselben	2,1	1,6	12,1	8,8	14,2	10,3
Asche	4,5	3,3	13,0	9,5	17,5	12,8
Phosphorsäure ders.	1,64	1,20	1,80	1,31	3,44	2,51
Kali derselben . . .	0,73	0,53	2,22	1,62	2,95	2,15

Veranschlagen wir das Gewicht eines Kubikmeters Harn zu 2038 *) und das des Kothes zu 1294 ℔; so berechnet sich die jährliche Harnmenge zu 0,430 und die Kothmenge zu 0,083 Cubikmeter, somit die Menge der Gesammtausleerungen zu 0,513 Cubikmeter; das Gewicht eines Cubikmeters gemischter Excremente hienach = 1917,6 ℔ und das des Liters = 1,9 ℔.

§. 120.

Die bisherigen Zahlen zeigen die Zusammensetzung des menschlichen Harnes und Kothes, aus welchen ich Mittelzahlen abstrahirt habe, welche zur Berechnung der Zusammensetzung der menschlichen Excremente pro Tag und Jahr benutzt worden sind.

Außer diesen Zahlen liegt noch eine Reihe anderer vor, welche uns die Zusammensetzung des Inhaltes der Gruben, weniger oder mehr durch Wasser verdünnt, resp. durch andere Abfallstoffe verunreinigt, die der menschlichen Excremente, gesammelt nach dem Tonnen- oder nach dem Lienur'schen System, ferner die der städtischen Abfallstoffe, wie sie in mehreren Städten gesammelt, zu Compost verarbeitet und der Landwirthschaft angeboten werden und schließlich die Zusammensetzung des Inhaltes der Schwemmkanäle, Spüljauche (sewage), Kanalwasser u. s. w. benannt.

*) Spec. Gewicht des Harns: 1,005 bis 1,030.

Da die Kenntniß dieser Zahlen für die Beurtheilung des Werthes dieser so außerordentlich wichtigen Dungstoffe nothwendig ist, so gebe ich diese Analysen in folgendem in der angeführten Reihenfolge tabellarisch zusammengestellt.

§. 121.

α. Zusammensetzung des Grubeninhaltes.

Den Grubendünger mögen die auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Analysen characterisiren.

Die Probe zur Analyse I. ist Abtrittsdünger ohne Zugabe von Wasser aus einer Düngergrube von Quesnoy-sur-Deule; ein Gemenge von Urin und festen Excrementen.

II. ist Abtrittsdünger aus einem Hause von Lille mit 12 bis 15% Wasser verdünnt.

III. ist Abtrittsdünger aus einer großen Fabrik zu Quesnoy-sur-Deule, sehr stark durch Wasser verdünnt.

Analyse I., II. und III. von Girardin.

IV., Kothjauche von Paris. Diese Kothjauche, d. h. die flüssigen Stoffe, ist aus den Abtritten von Paris entnommen. Analyse von Louis L'hote.

V., Latrinen-Inhalt aus den Kölner Arresthäusern im Mittel von 5 Analysen nach C. Karmrodt.

VI. u. VII. Die Proben zu den Analysen VI. und VII. sind aus großen Gruben der Stadt Karlsruhe entnommen, deren Inhalt einen Grubendünger von durchschnittlichem Gehalte und Werth repräsentirt. Den Gruben wurde von den festen Theilen, die sich am Boden abgesetzt hatten, und von der darüber stehenden Flüssigkeit in dem Verhältnisse entnommen, wie angenommen werden konnte, daß sie sich in den Gruben vorfinden. Analyse VI. ist von J. Neßler und Analyse VII. von A. Mayer ausgeführt.

VIII. und IX. zeigen die Zusammensetzung von Fäcalien, welche vermittelst des pneumatischen Systems Laurin aus Aborten Brünn's und Olmütz's entnommen sind. Analyse von O. Kohlrausch.

X., Analyse des Stuttgarter Latrinendüngers nach E. Wolff und G. Dittmann. Wolff führt an, daß der Dünger längere Zeit in einem großen Bassin gesammelt und vielleicht durch Regenwasser beträchtlich verdünnt, wahrscheinlich auch während der Ansammlung stark zersetzt und beim Füllen der Transportfässer nicht sorgfältig genug aufgerührt, so daß aus allen diesen Gründen die Zahlen als Minimalmenge der Bestandtheile des Düngers anzusehen sind.

Analyse XI. zeigt die Zusammensetzung der Kothjauche aus einer Kaserne von Bautzen, welche zur Berieselung der Obstbauschule des landwirthschaftl. Kreisvereins der sächsischen Oberlausitz mit bestem Erfolge benutzt wird. Analyse von C. Güntz.

Die Analyse XII. und XIII. rühren von Dresdener Grubenmasse her. Die Dresdener Gruben werden auf pneumatischem Wege geleert und außerhalb der Stadt in großen gemauerten Bassins gesammelt, von wo die Masse in breiiger oder flüssiger Form an die Landwirthe abgegeben wird. Die Analyse XII. zeigt die Zusammensetzung der festen sich absetzenden Masse, und Analyse XIII. die der darüber befindlichen flüssigen Masse. Die Probe zu XII. ist 1880 Ende April und die zu XIII. Ende März 1881 entnommen. Beide Analysen sind im Pommritzer Laboratorium von A. Schlimper ausgeführt.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
	Im Liter		Im Liter										
Wasser	980,37	998,63	996,45	991,20	94,273	95,99	96,19	92,360	90,889	97,383		91,33	96,83
Trockensubstanz	nicht bestimmt				5,727	4,01	3,81	7,640	9,111	2,617	2,193	8,67	3,17
Organische Substanz	26,59	5,37	0,514	12,80	4,210	2,28	3,03	5,590	6,001	1,506	0,476[1]	6,21	2,109[1]
Unorganische Substanz	16,31	7,81	7,944	—	1,517	1,73	0,78	2,050	3,110	1,111	0,840	1,39	1,165
Eisenoxyd	5,07	0,62	0,027	—	0,020	nicht bestimmt		0,109	0,209		0,021	0,124	—
Kalkerde	nicht bestimmt			1,59	0,066			0,160	0,185	0,062	0,104	0,131	0,012
Magnesia					0,040			0,174	0,159	0,039	0,005	0,062	—
Kali	2 14	1,53	0,159		0,207	0,14	0,19	0,109	0,205	0,209	0,098	0,173	0,225
Natron					0,463	0,29	n. best.	0,818	0,227	0,248	0,198	0,313	0,396
Phosphorsäure	3,33	1,01	0,271	1,35	0,164	0,19	0,60	0,309	0,320	0,189	0,066	0,363	0,051
Schwefelsäure	nicht bestimmt				0,006	nicht bestimmt		—	—	n. best.	0,029	0,040	—
Kieselsäure					0,064			—	—		0,106	0,024	0,028
Sand und Thon 2c.				0,79	0,477			0,382	0,843			1,094	
Stickstoff in Summa	9,163	6,652	1,848	4,42	0,292	0,41	0,35	0,76	0,84	0,429	0,237	0,44	0,269
Stickstoff in Ammoniakform				5,24	0,388	0,41	n. best.	nicht bestimmt		0,369	0,208	0,08	0,219

[1]) Und Ammoniaksalze.

§. 122.

β. Analysen über die Zusammensetzung der in Tonnen, resp. nach dem Lienur'schen System angesammelten Excremente.

Analyse I. zeigt die Beschaffenheit des Tonneninhaltes von Görlitz, wo seit 8 Jahren in einer Reihe von Häusern das Tonnensystem eingeführt ist. Die Tonnen werden hier alle 5 Tage außer der Stadt in dort unter Bedachung befindlichen Cementgruben geleert und von hier aus von den Landwirthen der Umgegend per Axe abgeholt. Die Probe ist vom Verfasser nicht persönlich entnommen, sondern dem Pommritzer Laboratorium zur Untersuchung eingeschickt. Nach Angabe des Einsenders repräsentirt die Probe den Inhalt von 5 Wagen à 20 Ctr. Aus den erhaltenen analytischen Zahlen ist wohl der Schluß zu ziehen, daß die flüssige und feste Masse vor der Entnahme nicht so sorgfältig, wie es nothwendig gewesen wäre, gemischt worden ist und deshalb die Masse wasserreicher erscheint, als sie in Wirklichkeit ist. Die Analyse ist von A. Schlimper ausgeführt.

II., III., IV., V., VI. sind Analysen von W. Gintl von Cloakenmassen, welche nach dem Lienur'schen System gewonnen; sie stellen eine möglichst frische Mischung von Dejecten, wie sie bei der Exhaustion der Cisternen erhalten und von den Mannschaften der Prager Kasernen, bei welchen letzteren das Lienur'sche System eingeführt ist, geliefert wurden.

Gintl untersuchte solche Proben, welche einerseits zu den verschiedensten Jahreszeiten und anderseits sowohl nach Arbeits-, als nach Ruhetagen entnommen waren, um den Einfluß kennen zu lernen, den die jeweilige Jahreszeit, sowie die an Ruhetagen nicht unwesentlich geänderten Verhältnisse im Kasernenleben auf die Zusammensetzung der Cloakenmassen auszuüben vermögen. Gintl hat jedoch nur die folgenden Resultate veröffentlicht, welche entweder gewissermaßen Grenzwerthe nach der einen oder anderen Richtung derselben oder aber die häufiger beobachteten Zusammensetzungsverhältnisse, also gewissermaßen Mittelwerthe repräsentiren.

Von den 5 aufgeführten Analysen repräsentiren II. und VI. die äußersten Grenzwerthe, die unter IV., V. aufgeführten diejenigen Mittelwerthe, welche hinsichtlich des Gehaltes an Wasser, Asche und Stickstoff am häufigsten vorgekommen sind und zwar ohne daß ein bemerkenswerther Einfluß der Jahreszeiten darauf sich erkennen ließ.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser	95,100	89,750	91,694	94,984	93,060	95,240
Trockensubstanz	4,200	10,250	8,306	5,016	6,940	4,760
Organische Substanz	3,632	8,007	6,775	3 305	5,300	3,380
Unorganische Substanz	1,268	1,993	1,531	1,701	1,640	1,380
Eisenoxyd	0,021	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Kalkerde	0,057					
Magnesia	0,040					
Kali	0,226	0,139	0,110	0,119	0,204	0,184
Natron	0,401	0,507	0,493	0,310	0,385	0,307
Phosphorsäure	0,173	0,337	0,284	0,298	0,229	0,161
Schwefelsäure	0,085	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Kieselsäure	0,017					
Sand und Thon rc.	0,161					
Stickstoff in Summa	0,276	0,841	0,795	0,832	0,668	0,529
Stickstoff in Ammoniakform	0,245					

§. 123.

γ. Analyse von städtischen Abfallstoffen.

I. Städtische Abfallstoffe von Brüssel nach A. Petermann. Zur Erlangung einer Mittelprobe verfuhr Petermann in der Art, daß er von dem außerhalb Brüssel auf einem großen Haufen von mehreren 1000 Kubikmetern gesammelten städtischen Abfallstoffen einen verticalen Durchschnitt von 10000 Kilo abfahren und denselben in 50 kleine Haufen von etwa 200 Kilo auf einer Wiese ausbreiten ließ. Von jedem dieser kleinen Haufen wurde dann eine Probe von ca. 1/2 Kilo entnommen und diese einzelnen Proben auf's sorgfältigste für die Analyse vorbereitet.

II. Gröningen. Auf Grund sehr sorgfältig vorgenommener statistischer Erhebungen hat M. Fleischer festgestellt, daß in Gröningen (42000 Einwohner) die Menge der jährlichen Abfallstoffe sich wie folgt gestaltet:

Compost . . .	400000 Centner
Jauche . . .	80000 "
Gesammt	480000 Centner.

Die über den Compost angestellten Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

III., Bremen. Von Bremen mit 110000 Einwohnern ermittelte Fleischer die Menge der jährlichen Abfuhrstoffe*) wie folgt:

Latrineninhalt . .	220000 Ctnr.
Eimerinhalt . . .	450000 "
Straßenkehricht . .	400000 "
Gesammt	1,070000 Ctnr.
berechnet	1,078000 "

IV., Emden. In Emden, einer Stadt von 12600 Einwohnern, kommen nach Fleischer nur die Fäcalien von 44% der Häuser zur Abfuhr und diese werden ebenso, wie in Gröningen, mit dem Haus- und Straßenkehricht zu Compost verarbeitet. 1875 wurden an Compost ca. 64000 Ctnr. verkauft. Berechnet man die verloren gehenden Fäcalstoffe von 56% der Häuser nach den für Bremen festgestellten Normen, so würden die Gesammt-Abfuhrstoffe 116100 Ctnr. betragen.

---

*) Bremen hat für den großen Theil der Häuser ein Eimer-Abfuhrsystem, ein kleinerer hat wasserdichte Gruben und noch ein kleinerer sendet seine Fäcalstoffe direct in das Wasser oder in die Straßen-Kanäle. Unter Eimerinhalt sind Fäcalien oder Hausabfälle (Asche, Kehricht, Küchenabfälle und dergl.) verstanden. Die Menge der in das Wasser oder Kanäle entleerten Latrinen berechnet sich auf ca. 8000 Ctnr.

	I.	II.	II.	III.	IV. von einem erst kurze Zeit lagernden Theile.	VI. von einem seit längerer Zeit lagernden Theile.
Wasser	4,196	62,1	57,7	63,6	55,7	27,8
Trockensubstanz	95,804	37,9	42,3	36,4	44,3	72,2
Org. Substanz	22,878	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Unorg. Substanz	72,926	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Eisenoxyd	2,328	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Kalkerde	3,170	1,91	21,8	11,9	17,7	2,43
Magnesia	0,744	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Kali	0,309	0,22	0,30	0,23	0,42	0,66
Natron	0,334	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Phosphorsäure	0,602	0,51	0,41	0,58	0,48	0,95
Schwefelsäure	0,815	nicht bestimmt			nicht bestimmt	
Sand und Thon ꝛc.	64,081	17,80	n. best.	16,6		
Stickstoff	0,392	0,59	0,39	0,84	0,43	0,79

§. 124.

δ. Analysen von Spüljauche (Kanalinhalt).

Auf Befehl der Königin von England wurde 1868 eine Commission, bestehend aus Sir William Denison, Edward Frankland und John Chalmers Morton gebildet, welcher die Aufgabe gestellt war, zu untersuchen, wie man dem Umstande, daß die Flüsse und Wasserläufe in England gegenwärtig zur Fortschaffung des Kanalwassers von Städten und bevölkerten Plätzen sowie der in den Gewerben und Fabriken fallenden Abgänge benützt werden, ohne Gefahr für die öffentliche Gesundheit und ohne ernstliche Benachtheiligung der gewerblichen und Fabrikthätigkeit entgegentreten könne, wie man ferner das Kanalwasser und jene Abgänge nützlich verwenden und sich derselben auf andere Weise als durch Einführung in die Flüsse und Wasserläufe entledigen, oder sie vor ihrem Einströmen in die Flußläufe unschädlich machen könne. Zur Lösung dieser ihrer Aufgabe untersuchte die Commission zu verschiedenen Jahreszeiten das Kanalwasser von einer Anzahl von Städten. Auf der folgenden Tabelle (p. 222) habe ich die Resultate dieser Untersuchungen zusammengestellt, um so ein Bild von der Zusammensetzung der Spüljauche zu geben.

Nach Alex. Müller hat die Spüljauche Berlin's im Mittel einer Anzahl Einzeluntersuchungen die folgende Zusammensetzung:

In 1 Liter sind enthalten:

Stickstoff	100	Milliontel, davon 90 in Form von Ammoniak
Kali	40	Milliontel
Phosphorsäure	30—40	"
Magnesia	15—20	"
Kohlensaurer Kalk	150	"
Chlornatrium	200—250	"
Organische Substanz	200—300	"

außerdem noch eine geringe Menge Kieselsäure, Schwefelsäure ꝛc. Hierzu kommen ferner noch 100 Milliontel feiner Schlamm von Fäcalien, Küchen- und Fabrikabfällen, sowie von Straßenkoth herrührend, zu $^2/_3$ aus organischen und $^1/_3$ aus unorganischen Stoffen bestehend.

	von Blackburn 5./8 1868	von Leicester 13./5 1868	30./7 1868	31./7 1868	1./8 1868	von Leamington 11./12 1869	von Northampton	von Stroud	von Bradford 5./10 1869	3./12 1869	6./10 1869	von London Mittel	Maximum	Minimum
Gesammtgehalt an löslichen Stoffen	59,700	107,500	111,000	112,000	108,000	83,500	88,000	48,500	79,900	95,000	74,600	64,500	80,100	40,600
Organ. Kohlenstoff	4,103	2,017	3,745	3,536	2,752	4,355	3,700	2,289	6,302	9,505	3,602	4,386	6,345	2,596
Organ. Stickstoff	0,460	0,809	0,722	0,747	0,103	2,890	2,859	1,330	0,577	0,926	0,655	2,484	4,977	0,909
Ammoniak	1,426	2,083	1,650	1,800	2,250	5,971	6,000	3,152	1,845	2,771	1,615	5,557	9,325	2,445
Stickstoff in Form von Nitraten und Nitriten	0	0	0,021	0	0	0	0	0,044	0,008	0	0	0	0,012	0
Gesammtgehalt an chemisch gebundenen Stickstoff	1,634	2,524	2,102	2,229	1,956	7,807	7,800	3,970	2,104	3,208	1,985	7,060	11,187	2,925
Chlor						11,000			6,490	6,800	5,530	10,400	15,100	5,100
Suspendirte Stoffe: Unorganische	13,380	10,500	28,780	18,500	22,180	96,240	66,720	15,150	14,950	21,700	12,200			
Suspendirte Stoffe: Organische	28,300	11,620	28,780	29,580	37,700	56,280	16,400	27,850	36,050	64,800	38,450			
Suspendirte Stoffe: Gesammtgehalt	41,680	22,120	57,560	48,080	59,880	152,520	83,120	43,000	51,000	86,500	50,650			

§. 125.

III. Die Zersetzung der menschlichen Excremente.

Es steht fest, daß die menschlichen Excremente bei ihrer Zersetzung, welche bekanntlich sehr schnell erfolgt, für die Gesundheit schädliche Stoffe liefern, welche mit eine der Ursachen des Auftretens der choleraartigen und typhösen Krankheiten sind, die alljährlich Tausende fortraffen. Diese Zersetzungs-Producte verpesten einerseits die Luft der Wohnungen und Straßen, vergiften andererseits die Brunnen und Flüsse und verunreinigen den Boden.

Die bei der Zersetzung der Excremente sich bildenden schädlichen Gase sind Kohlensäure, Kohlenwasserstoffe, Ammoniak und Schwefelwasserstoff, welche als Kohlensäure, Kohlenwasserstoffe, kohlensaures Ammoniak, Schwefelwasserstoff- und Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium entweichen und so die Luft der Wohnräume u. s. w. verpesten. Bevor diese Gase, welche die Endproducte der Zersetzung sind, aus den Stoffen entstehen, müssen dieselben meistens noch manche andere Phasen durchlaufen. Bei der Zersetzung der stickstoffhaltigen, organischen Verbindungen bilden sich zunächst zum Theil Stoffe, welche eine heftige giftige Wirkung haben, erst langsam zerstört werden und in concentrirter Lösung auf den thierischen Organismus ebenso heftig influiren, wie die giftigsten Pflanzen-Alkaloïde. — Diese Stoffe sind geruch- und farblos, werden durch Siedehitze nicht zerstört und vom Boden nicht absorbirt.

Senftleben tödtete einen Hund durch 0,06 Grm. solcher Umsetzungsgifte, welche zuerst von Panum festgestellt sind, — wässriger Extract einer filtrirten, fauligen Flüssigkeit, vermittelst Einspritzen desselben in die Venen.

Wenn die Excremente in schlecht angelegten Gruben, aus denen ihre löslichen Bestandtheile in den Untergrund versinken, angesammelt werden, oder nach dem Kanalisirungssysteme durch die ganze Stadt durchziehende Kanäle in die Flüsse geleitet werden, so werden die in der Nähe dieser Gruben befindlichen Brunnen oder die Wasser dieser Flüsse vergiftet und sind so den Bewohnern zum Gebrauche gefährlich.

Pettenkofer zeigt in seinem Werke über die Choleraepidemien in Baiern vom Jahre 1855, „daß die tief und feucht gelegenen Theile eines Ortes, sowie die Häuser in denen übel beschaffene Abtritte und Kloaken den Boden imprägniren, stets von der Krankheit zuerst ergriffen werden".

Derartige Aussprüche von Aerzten könnten noch sehr viele angeführt werden.

Wirken die Zersetzungsproducte der menschlichen Excremente die Luft verpestend, das Wasser vergiftend und den Boden verunreinigend und bereits hierdurch im hohen Grade auf die mensch-

liche Gesundheit ein, so ist ferner hier nicht unerwähnt zu lassen, daß die menschlichen Excremente den besten Nährstoffboden für die Entwickelung der für die Gesundheit der Menschen so äußerst gefährlichen Pilze abgeben, deren Sporen das weiter fortsetzen, was von den Zersetzungsproducten vorher angegeben ist.

IV. Ansammlung der menschlichen Excremente.

§. 126.

A. Geschichtliches.

Die Erkenntniß der Nothwendigkeit der Fortschaffung der menschlichen Excremente aus der Nähe der Wohnstätten, ist uralt. In der Bibel im 5. Buche Moses Kap. 23, V. 12 und 13 finden wir bereits nach dieser Richtung hin folgende Vorschrift: „Und du sollst außen vor deinem Lager einen Ort haben, dahin du zur Noth hinausgehst. Und du sollst ein Schäuflein haben, und wenn du dich draußen setzen willst, so sollst du damit graben und wenn du gesessen bist, sollst du zuscharren, was von dir gegangen ist". Diese Vorschrift ist für ein Nomadenvolk gewiß höchst interessant und auch vollständig genügend. Daß diese Vorschrift später, als die Menschen in geschlossenen Städten, resp. nebeneinander wohnten, nicht mehr am Platze war, bedarf der Worte weiter nicht, ebenso wenig bedarf es des näheren Nachweises, daß sich hieraus, nachdem die Städte entstanden, allmählich das Grubensystem entwickelt hat. Auch das Schwemmsystem hat bereits in der bekannten Sage von Herkules ihr Vorbild. Herkules leitete, um den Stall des Augias, in welchem längere Zeit 3000 Rinder gestanden hatten, zu reinigen, die Flüsse Alpheos und Peneos durch denselben, wodurch er die Riesenarbeit der Reinigung in einem Tage vollbrachte. Diese That erregte selbstverständlich Aufsehen und blieb lange in Erinnerung: es ist daher wohl erklärlich, daß die Art der Reinigung des Augiasstalles die Veranlassung zur Anlegung von Canälen werden konnte. Das Wasser mußte nach diesem Vorgange als das beste Mittel zur Fortschaffung aller gesundheitswidrigen Abfallstoffe erscheinen. So können wir denn noch heute in Rom großartige Werke zu diesem Zwecke sehen. Wir müssen noch heute die Kloaken Roms, als die ersten, welche gebaut sind, wegen ihrer Größe, Festigkeit und Zweckmäßigkeit bewundern. Wir finden hier noch jetzt eine große Anzahl unterirdischer, in vollem Bogen überwölbter, geräumiger Kanäle, welche in gewissen Entfernungen an den Gewölben mit Oeffnungen versehen sind, sich unter allen Theilen der Stadt hinziehen und sich mit den Hauptkloaken, von welchen die berühmteste, die Cloaca maxima, ums Jahr 530 v. Chr. erbaut, vereinigen. Die Hauptkloaken führten und führen den Inhalt aller in die Tiber. Wenn so auch in Rom die Abfallstoffe in die Kanäle geführt und in die Tiber geschwemmt wurden, so darf hieraus doch nicht geschlossen werden, daß die alten Römer den Werth der menschlichen Excremente nicht erkannt hätten. Das Gegentheil hiervon lesen wir in den Schriften von F l o r e n t i n u s, C o l u m e l l a und P l i n i u s, in denen über die Nothwendigkeit der Sammlung und Verwerthung dieser Dungstoffe das Nähere ausgeführt ist.

Die sorgfältigste und vollständigste Gewinnung und Verwendung haben die menschlichen Excremente seit sehr langer Zeit b e i d e n C h i n e s e n und

Japanesen gefunden, wo jedes Haus die für die vollständige Sammlung derselben nothwendigen Localitäten besitzt, ja nicht nur in jedem Hause, sondern sogar an den Wegen sind Vorkehrungen getroffen. Erwähnt muß hierbei indeß werden, um aus obiger Thatsache nicht ein falsches Urtheil über die Höhe der Landwirthschaft in jenen Gegenden zu fällen, daß diese Völker sehr wenig Viehzucht treiben und deshalb, wenn sie düngen wollen, von vornherein auf diesen Dünger angewiesen waren. Die Excremente werden von ihnen sämmtlich in ihrer natürlichen Form gesammelt und bis zur Verwendung meistens in bedeckten Gruben aufbewahrt. In der Nähe großer Städte werden die Excremente in Poudrette verwandelt, welche in der Form eines eckigen Kuchens, den Backsteinen ähnlich, in die weitesten Entfernungen versandt werden; bei der Verwendung werden sie in Wasser eingeweicht und in flüssiger Form benutzt. Der Handel mit den menschlichen Excrementen kommt in seiner Ausdehnung gleich hinter dem mit Getreide und anderen Nahrungsmitteln. Desinfectionsmittel werden nicht verwendet.

Die hohe Bedeutung der menschlichen Excremente für die Landwirthschaft zeigen diese Länder auf das Glänzendste. China und Japan sind die bevölkertsten Länder der Welt, in Preußen kommt z. B. mindestens 5—6mal soviel Land auf eine Person als in China, und dabei ernährt China nicht nur seine Bewohner, sondern liefert noch, ebenso wie Japan, seit die Häfen geöffnet sind, dem Exporte nicht unbedeutende Mengen von Lebensmitteln.

Von den europäischen Ländern, welche den menschlichen Excrementen am frühesten Aufmerksamkeit haben zu Theil werden lassen, sind Belgien, Frankreich und Holland zu nennen, von welchen sich in der allgemeinen Verwendung derselben vor Allem Belgien auszeichnete.

Die erste polizeiliche Verordnung in Paris über die Latrinen datirt von 1348; 1583 wurde eine Strafe gegen diejenigen Hauseigenthümer festgesetzt, welche „keine“ geheime Grube in ihrem Hause haben. Vorschriften über die Art der Anlegung der Gruben wurden aber nicht gegeben. Die ersten Vorschriften über den Bau der Gruben wurden 1809 durch kaiserliches Decret erlassen. Hiernach sollten unter anderen Wände und Gewölbe aus Sandstein und hydraulischem Mörtel verfertigt sein. Diese Bestimmungen über den Bau der Gruben wurden 1819 erneuert und seitdem vermehrt und verbessert, und hatten natürlich ihre großen segenbringenden Vortheile; sie führten aber auch unvorhergesehene Nachtheile herbei. Früher ließen Boden und Wände der ungemauerten Gruben bedeutende Mengen der Excremente einsickern, so daß nur ein verhältnißmäßig geringer Theil in denselben zurückblieb, der in langen Zwischenräumen weggeschafft werden mußte. Die neuen Gruben ließen jedoch sehr wenig durch, weshalb die Gruben weit öfter zu leeren waren. Der Grubeninhalt war seit Ende des 17. Jahrhunderts meistens nach Montfoucon gebracht, einem kleinen Hügel, in dem von früheren Steinbrüchen her, noch eine Reihe Aushöhlungen waren, welche zufällig terrassenförmig über einander lagen, so daß, wenn die obere voll war, der Abfluß in eine tiefer liegende stattfinden konnte. Von 1781—1849 wurde hierher sämmtlicher Grubeninhalt geschafft, der im Freien in den viele Hectare weiten Gruben dicht an den Thoren der Hauptstadt liegen blieb und den nordöstlichen Theil derselben verpestete. Die Uebelstände dieses Excrementen-Angers vermehrten sich natürlich von Jahr zu Jahr, so daß Abhülfe geschafft werden mußte. Vorschläge sowohl für eine bessere Art der Sammlung, sowie für die Desinfection wurden in Folge dessen sehr viele gemacht. In Betreff dieser Vorschläge mag hier nur erwähnt werden, daß Trennung der festen und flüssigen Excremente und zwar sowohl bei Ansammlung in den Gruben als in Tonnen

(fosses mobiles), proponirt wurde. Von 1849 an wurde Montfoucon als Sammelplatz für die Excremente aufgegeben und Bondy geschaffen. Hierher gelangten die festen Massen direkt per Kahn, die flüssigen dagegen wurden zuerst nach la Villette, einer Vorstadt von Paris, geschafft, hier in Gruben oder Cisternen gesammelt und von da aus durch 2 Dampfmaschinen durch ein 2½ Stunden langes Rohr nach Bondy getrieben, wo die Massen in offene Gruben gebracht wurden, in denen sie circa 2 Monate verblieben, in welcher Zeit Klärung eingetreten ist. Die Jauche wurde darauf von dem Bodensatze getrennt und an eine Salmiakfabrik abgegeben. Die feste Masse wurde anderseits zunächst in der Grube, dann auf dem Felde an der Luft getrocknet und schließlich als Streudünger (Poudrette) abgegeben, welcher gerne gekauft wurde. Außer Bondy gab es noch andere Sammelplätze für die Excremente. Ein Theil der flüssigen Masse ging, wie nicht unbemerkt bleiben darf, direkt in die Kanäle und aus denselben in die Seine. Die schnelle Ausdehnung von Paris und die Vermehrung der Kanäle, welche letztere sich sehr rasch vollzog — 1856 z. B. war ein Netz von rund 160 Km. vorhanden und bis Ende 1879 hatte sich dasselbe auf 771 Km. erweitert — vergrößerten selbstverständlich die Schwierigkeiten der Fortschaffung der menschlichen Abfallstoffe und die Folge davon war, daß die flüssigen Theile in einem größeren Maßstabe in die Kanäle und so in die Seine gelangten. Hierzu kam noch der wichtige Umstand, daß von 1870 an die Jauche in Bondy nicht mehr verarbeitet, sondern direkt in die Seine befördert wurde, wahrscheinlich, weil die Verarbeitung sich nicht rentirte. Die Folgen dieser Thatsache blieben nicht aus, sondern machten sich nach verhältnißmäßig wenigen Jahren sehr bemerkbar, so daß 1874 vom Minister für öffentliche Arbeiten eine Commission ernannt wurde, welche Maßregeln vorschlagen sollte, wie die Verunreinigung der Seine bei Paris zu beseitigen sei. Das Kanalnetz von Paris, welches aus zwei Mündungen — bei Clichy und Saint-Denis — den Inhalt von durchschnittlich täglich 260,000 Kbm. in die Seine ergießt — nimmt wie nachgewiesen wurde, das Regenwasser, das Wirthschaftswasser, die liquiden Abgänge aus den Diviseurs und den öffentlichen Bedürfnißanstalten, sowie einen guten Theil des Straßenkerichtes in sich auf. Die Commission gelangte nun dahin, zu erklären, daß der Erguß der Schmutzwasser aus den Sammel-Kanälen von Clichy und Saint-Denis in die Seine für die öffentliche Gesundheit Mißstände erzeuge, welchem die Stadt abzuhelfen verpflichtet sei. Als einziges und bestes Mittel, hier Abhülfe zu schaffen, wurde nach Prüfung der verschiedensten geltend gemachten Ansichten, die Verwendung dieser Schmutzwasser zur Berieselung angegeben, und hierzu die Ebene von Gennevilliers, wo bereits seit October 1874 115 Hectare Rieselwasser erhalten hatten, vorgeschlagen. Die Commission berechnet ferner noch nach dem Satze, daß 1 Hectar jährlich 50,000 Kbm. absorbire, für ganz Paris eine Fläche von 2000 Hectaren d. i. nach Abzug des Terrains für Gebäude, Straßen rc., wodurch nach den Angaben noch 400—600 Hectare hinzukämen.

Da Gennevilliers nur das Land für die Hälfte dieser Fläche darbietet, so wurde für die andere entweder die Ebene über Fossé de l'Aumone nach Colombes, Nanterre und Rueil, d. h. Verlängerung der Ebene von Gennevilliers nach Westen, oder die Staatsforsten von Sant-Germain in's Auge gefaßt. Die Gesammtanlagekosten werden auf 5000000 Franken veranschlagt, d. h. ohne den Werth des Bodens. Schließlich wird sehr betont, daß diese Arbeiten sobald als möglich vollendet werden möchten!

Ich habe den Verlauf der Verhandlungen über diese so wichtige Frage in Paris zwar kurz, aber doch etwas eingehender darzulegen versucht, um hier-

durch ein Beispiel vorzuführen, das zeigen soll, wie sich diese Frage allmählich in den Städten entwickelt hat und wie sie allgemein früher oder später in allen großen Städten zu einer brennenden geworden ist.*)

Der Werth der menschlichen Excremente für die Landwirthschaft scheint in Frankreich weit früher und allgemeiner anerkannt zu sein, als z. B. in Deutschland. Vor Allem hat sich in dieser Beziehung zuerst der südliche Theil Frankreichs, dann der Elsaß, ausgezeichnet. Lyon hat die erste hierauf bezügliche Verordnung seit 1769.

Ich nannte vorher Belgien und Holland und will, ohne hier speciell die Entwickelung der Frage zu verfolgen, da dies mehr Platz beanspruchen würde, als an dieser Stelle dafür eingeräumt werden kann, nur noch anführen, daß in Antwerpen bereits 1801 Versteigerung dieser Dungstoffe stattfand, daß also bereits damals der Werth derselben erkannt sein mußte.

Was Großbritanien anbetrifft, so kann man wohl dasselbe als dasjenige Land bezeichnen, in welchem, obgleich es sonst landwirthschaftlich so berühmt ist, mit den menschlichen Auswurfstoffen die größte Vergeudung stattgefunden hat. Wenn wir auch lesen, daß schon frühzeitig hier und da Cloakendünger verwendet worden sei — so berichten Lawes und Gilbert, daß man schon vor mehr als 200 Jahren in der Nachbarschaft von Edinburg mit demselben gedüngt habe — so wird dies doch wohl nur sporadisch gewesen sein. Der obige Ausspruch gilt indeß vor Allem von dem Jahre 1840 an, einem Zeitpunkte, von welchem sich eine neue Aera der Landwirthschaft durch Liebig's Auftreten herleiten läßt, als die Kanalisation Londons begann und der Hauptstadt bald eine große Anzahl anderer Städte folgten. Alle führten in den ersten darauf folgenden Jahrzehnten den Kanalinhalt in die nächsten Flüsse, resp. das Meer, was so lange dauerte, bis sich die nothwendigen Folgen dieses unbegreiflichen Verfahrens in so schrecklicher Weise zeigten, daß dasselbe durch Gesetz verboten werden mußte. Es sind in Folge dessen die verschiedenartigsten Vorschläge zur Reinigung des Kanalwassers gemacht worden; von allen diesen Vorschlägen haben die beiden 1865 und 1868 von der Königin ernannten Commissionen nach sorgfältigster Prüfung die durch Boden und Pflanzen als den besten hingestellt, trotzdem aber hat die Berieselung wegen der verschiedenartigsten Schwierigkeiten, welche sie darbietet, und wegen der Folgen die mit ihr verbunden sind, in England bis heute im Großen sehr geringe Fortschritte gemacht. Constatirt mag hier aber werden, daß England die Berieselung als eines der Mittel und zwar das beste eingeführt hat, welches zur Reinigung der Spüljauche dienen sollte, nachdem das Hineinlassen derselben im natürlichen Zustande in die Flüsse zur Unmöglichkeit geworden war. Interessant ist andererseits, daß eine Anzahl von Städten Englands und zwar größere und kleinere, trotzdem sie kanalisirt sind, in neuerer Zeit das Tonnensystem angenommen haben: ich nenne hier nur Birmingham, Manchester und Rochdale.

Von Deutschland kann man sagen, daß der hohe Werth der menschlichen Excremente für die Landwirthschaft allgemein erst in neuester Zeit anerkannt worden ist, ja wenn man die in den letzten Jahren in den größten Städten, wie Berlin, Frankfurt a/M., Danzig und Breslau eingeführte Kanalisation

*) Ich hätte hier gerne die deutsche Reichshauptstadt als Beispiel gewählt, wenn mir nicht über die Verhältnisse Berlins nach dieser Richtung vor Beginn der Kanalisation von 1875 alle Daten gefehlt hätten. Es will mir scheinen als wenn man früher hier über diese Angelegenheit sich die wenigsten Sorgen gemacht hätte.

mit oder ohne Berieselung ins Auge faßt, gilt auch heute noch nicht der obige Ausspruch, daß der Werth dieser Dungstoffe allgemein bekannt sei. Es wird in Deutschland, wie auch in anderen Ländern den Landwirthen vielfach der Vorwurf gemacht, daß sie selbst, die doch diese Dungstoffe sehr nothwendig gebrauchen, sich so oft passiv bei dieser so wichtigen Frage verhielten und nicht, wie man erwarten sollte, dieselben gerne zur Düngung ihrer Felder benützten. Mag dieser Vorwurf bei dem einen oder anderen Landwirthe zutreffen, in seiner Allgemeinheit ist er aber unrichtig. Wahr ist ja, daß die Landwirthe die menschlichen Excremente noch lange nicht in dem Umfange verwenden, wie es nothwendig ist. Liegt aber die Schuld hieran allein an dem Landwirthe? Ich sage, nein! Wenn der Landwirth die städtischen Abfallstoffe ohne jegliche Garantie für den Gehalt derselben und in Formen, die nicht als geeignet bezeichnet werden können, kaufen und verwenden soll, so ist dies sicherlich ein Ansinnen, dessen Erfüllung nicht allgemein verlangt werden kann. Werden dagegen die menschlichen Excremente dem Landwirthe in ihrer ursprünglichen Form angeboten, so kauft er sie auch gerne, wie dies jetzt die Landwirthe z. B. Württemberg's, Baden's, Baiern's und Sachsen's beweisen. Vom Landwirthe ist thatsächlich nicht zu verlangen, daß er allen und jeden Abfall der Städte, nur, weil in demselben auch menschliche Excremente enthalten sind, kaufen soll. Die Städte haben entschieden die Pflicht, die menschlichen Excremente dem Landwirthe in einer Form zu liefern, von der er weiß, was er kauft und seinen Feldern zuführt. Aus dem Grunde verhalten sich auch die Landwirthe in der Umgegend der Städte, welche mit der Kanalisation beglückt sind, mit Recht abwehrend gegen die Verwendung der Spüljauche, wie dies unter anderen bei Berlin der Fall ist, da sie die Beschaffenheit derselben nicht kennen, weil Analysen davon nicht ausgeführt werden, und die Zeit der Verwendung nicht in ihre Hand gelegt wird, sie vielmehr jede Zeit diese Masse nehmen und benutzen sollen.

Daß bereits vor Jahrzehnten die Absicht vorlag, die menschlichen Excremente der Landwirthschaft zugänglich zu machen, dafür zeugen die in den vierziger Jahren entstandenen Poudrette-Fabriken. Daß diese keine Geschäfte machten und wieder eingehen mußten, ist leicht erklärlich; sie bekamen eine Masse von stets wechselnder Beschaffenheit und konnten schon deshalb dem Landwirthe keine Dungmasse von bestimmter Zusammensetzung bieten. Außerdem waren die damaligen Methoden der Verarbeitung sehr unvollkommen: sie bestanden meistens darin, daß eine größere oder geringere Menge von dem Wasser der Excremente durch Torf, Erde und dergl. weggenommen wurde, um so eine trockene Masse zu erzielen.

In Deutschland existiren heute noch die denkbar möglichsten Arten der Ansammlung der menschlichen Excremente: von den primitivsten Gruben, den einfachen offenen Gefäßen von irgend welcher Form, bis zu den schönen Heidelberger Tonnen und der als so vorzüglich bezeichneten Kanalisation! Ebenso verschiedenartig ist die Verwendung der Excremente. Vollkommen ist dieselbe bei dem nach dem Heidelberger Muster eingeführten Tonnen-, sowie bei dem Liernurschen-System, einigermaßen befriedigend bei den cementirten Gruben mit geregelter Entleerung; wenig oder durchaus nicht befriedigend, d. h. mehr oder weniger fast gleich Null, bei den anderen Systemen! Es muß wahrlich der dringende Wunsch jedes denkenden Menschen sein, daß in dieser Beziehung recht bald zum Wohle aller Bewohner eine gründliche Verbesserung eintrete!

§. 127.

B. Das Grubensystem.

α. Die Versitzgruben.

Diese Einrichtung, welche als die älteste Art der Ansammlung der menschlichen Excremente in den Städten angesehen werden kann, besteht darin, daß die Fäcalstoffe in einfach gegrabenen Gruben, ohne jegliche andere Vorkehrung gesammelt werden. Die Versitzgruben, welche wir leider heute noch in so manchen Städten finden, sind in jeder Beziehung entschieden verwerflich. Die Fäcalstoffe zersetzen sich in den Gruben, in welchen sie meistens monate-, ja jahrelang lagern, in bedeutendem Grade. Die hierdurch sich bildenden stinkenden, der Gesundheit sehr nachtheiligen Gase gelangen in die Wohnräume, sobald der Abort mit denselben in direkter Verbindung steht, wie dies vielfach der Fall ist, und verpesten die Luft derselben auf oft erschreckliche Weise. Aber nicht nur dieser Uebelstand ist mit diesen Gruben verbunden, sondern noch ein anderer, der wenigstens einen ebenso großen Einfluß auf die menschliche Gesundheit ausübt. Die löslichen resp. die durch die Zersetzung löslich gewordenen Bestandtheile der Excremente dringen durch die Wandungen und den Boden der Gruben in das Erdreich, gelangen so zum Grundwasser, resp. zu den die Brunnen speisenden Quellen und sind hier für die Gesundheit von sehr großer Gefahr. Diese Massen, reich an den die organischen Umsetzungen und das organische Leben bedingenden und im hohen Grade fördernden stickstoffhaltigen Verbindungen, gehen hier weiter in Zersetzung über. Die sich bildenden gasförmigen Körper dringen theils von unten in die Häuser, theils aus dem Boden der Straßen, der Höfe ꝛc. in die Luft und verpesten diese, theils gelangen dieselben mit anderen giftigen Zersetzungs-Producten zu den Brunnen und vergiften dieselben in sehr bedenklicher Weise, wofür hunderte von Beispielen angeführt werden könnten. So ist der mit der Jauche durchtränkte Untergrund der Städte eine wahre Brutstätte von krankheitbildenden Stoffen. Wir hätten das entschieden Verwerfliche dieses Systems gar nicht näher darzulegen gebraucht, da sich dies jedem Menschen wohl von selbst aufdrängen muß, wenn nicht in neuester Zeit von einem bedeutenden Forscher, nämlich von v. Nägeli gerade diese Art der Ansammlung auf das wärmste empfohlen worden wäre. v. Nägeli, welcher sich eine Reihe von Jahren mit dem Studium der Physiologie der Pilze beschäftigt hat, sagt, gestützt auf die Resultate seiner Arbeiten

unter anderem: „Daß die wissenschaftlich feststehenden Thatsachen zu dem Schlusse führen, daß die Verunreinigungen bald als gleichgültig zu betrachten sind und daß namentlich eine sehr reichliche Verunreinigung eher vortheilhaft wirken muß". „Das Versitzgrubensystem ist überall wo die poröse Beschaffenheit des Bodens seine Anwendung erlaubt, allen anderen Systemen vorzuziehen. Es kann, wenn das Grundwasser mangelt, oder einen gleichbleibenden Stand hat, in hygienischer Beziehung nicht den geringsten Nachtheil verursachen. Ist aber wegen wechselnden Grundwasserstandes der Boden siechhaft, so vermag es durch Benetzung die Gefahr mehr oder weniger zu vermindern". v. Nägeli nennt ferner das Versitzgrubensystem heute noch das „wirthschaftlichste" und „in ästhetischer Beziehung tadellos"!

Er sagt dann weiter noch: „In der That, wenn die Befürchtungen, welche die Zersetzungen der Excremente in neuerer Zeit so allgemein den Städten einflößen, begründet und die dagegen vorgeschlagenen Maßregeln gerechtfertigt wären, so müßte der landwirthschaftliche Betrieb von Grund aus geändert werden, um die ländliche Bevölkerung vor dem hygienischen Verderben zu retten; es wäre dann überhaupt keine Landwirthschaft mehr möglich". „Aber diese Bevölkeung befindet sich im besten Wohlsein, trotzdem daß sie den Wirkungen der schädlichen Zersetzungsprocesse auf Schritt und Tritt ausgesetzt ist, trotzdem daß die Auswurfstoffe neben den Wohnungen in undichten und oft ungemauerten, schlecht oder gar nicht bedeckten Gruben, sowie in offenen Haufen aufbewahrt werden, trotzdem daß dieselben fast täglich in wenig geruchloser Art ausgetragen oder ausgeführt und auf die Oberfläche des Bodens ausgeschüttet oder ausgebreitet werden"!

Hohe Achtung vor den wissenschaftlichen Forschungen v. Nägeli's! Aber die Anwendung der Resultate seiner Forschungen auf das practische Leben können entschieden nicht, wie bereits die kleine oben gegebene Blumenlese aus seinem Werke zeigen muß, als richtig hingestellt werden. Ich muß daher, trotz der Nägeli'schen Darlegungen bei der bestimmten Behauptung, daß die Versitzgruben durchaus verwerflich sind, verbleiben.

β. Wasserdichte Gruben.

Die in der Ueberschrift gewählte Bezeichnung hätte richtiger „wasserdicht sein sollende" Gruben gelautet. Ich habe den obigen Ausdruck gewählt, weil er allgemein für diese Art von Gruben eingeführt ist. Es lassen sich allerdings für eine gewisse Zeit Gruben wasserdicht herstellen, aber, und soviel steht absolut fest, nicht auf die Dauer. Zur Herstellung dieser Gruben verwendet man entweder Steine, welche in Cement gelegt werden, oder Eisen. Beide Arten von Gruben sind nur für einige Zeit wasserdicht. Die Zersetzungsproducte der menschlichen Excremente zer-

stören allmählig den Cement und die Steine und machen so cementirte Gruben undicht und ebenso werden die aus Eisenblech dargestellten Gruben angefressen und mit der Zeit undicht. Schützen diese Gruben mithin den Untergrund nicht vollständig — natürlich um so weniger, je weniger Sorgfalt auf die Herstellung derselben verwendet worden ist — so haben sie ferner alle anderen Nachtheile mit den gewöhnlichen Gruben gemein. Wir müssen daher auch diese Gruben zur Ansammlung der menschlichen Auswurfsstoffe entschieden verwerfen. Die gefährlichen Stoffe verbleiben in denselben ebenfalls eine zu lange Zeit, so daß Zersetzungen derselben in hohem Grade eintreten, deren Producte die Luft der Wohnungen verpesten und den Boden in Folge Undichtwerdens der Wände stark verunreinigen. Unerwähnt darf ferner nicht bleiben, daß die Herstellungskosten der sog. wasserdichten Gruben bedeutend sind.

Aehnliche Nachtheile führen die Gruben herbei, bei welchen die flüssigen und festen Excremente für sich gesammelt werden. Solche Einrichtungen finden sich z. B. in Paris.*)

§. 128.

C. Das Tonnensystem.

a. Das gewöhnliche Tonnensystem.

Das gewöhnliche Tonnensystem, bei welchem in den Aborten offene Tonnen, Kisten, Kübel oder ähnliche Behälter ohne jede anderweitige Vorkehrung zur Aufnahme der menschlichen Excremente aufgestellt sind, und geleert werden, resp. geleert werden sollen, wenn sie voll sind, entspricht, wie aus dem früheren hinlänglich hervorgeht, den gerechten Anforderungen der Hygiene und Aesthetik durchaus noch nicht, weshalb dasselbe ebenfalls entschieden als verwerflich bezeichnet werden muß. Zersetzung der Massen geht selbstverständlich auch in diesen Gefäßen vor sich, wenn auch nicht in dem Grade, wie in den Gruben, so aber immer noch in genügender Weise, um die Luft der Wohnräume, sobald sich die Aborte in oder an den Wohnhäusern befinden, mit nicht angenehmen Gerüchen versehen. Je weniger sorgfältig die Ent-

*) In Betreff der Entleerung der Gruben sei noch bemerkt, daß dieselbe durch pneumatische Apparate geschehen muß. Solche Apparate von anerkannt guter Leistungsfähigkeit liefern jetzt unter anderen die Fabriken von Dr. C. Schneitler in Berlin, Fischer u. Co. in Heidelberg, Fr. Duden u. Co. in Cöln, Klotz in Stuttgart u. a. m.

leerung, je mehr also ein Ueberlaufen ohne darauf folgendes sorgfältiges Reinigen stattfindet, um so mehr leidet die Luft der Wohnräume darunter. Wenn auch in geringerem Grade, so tritt auch hierbei Verunreinigung des Bodens ein.

b. Das verbesserte Tonnensystem.

§. 129.

α. Allgemeine Beschreibung.

Anders verhält es sich mit dem verbesserten Tonnensystem, wie es — man kann wohl sagen in höchster Vollendung — durch die Bemühungen von Dr. Mittermaier in Heidelberg eingeführt ist, weshalb es auch nach dieser Stadt — besser wohl noch nach Mittermaier — den Namen erhalten hat. Bei diesem System werden die menschlichen Excremente von dem mit einem Trichter versehenen Sitze durch mit einem Siphon (schwanenhalsartig gebogenen Röhre) zum Abschlusse der Gase mittelst der Excremente, resp. Wasser abschließende Röhren in dicht verschließbare Tonnen geleitet und in diesen aus der Stadt entfernt. An jeder Tonne ist für den Fall des Ueberlaufens noch ein kleines Röhrchen, unter dem sich ein Blecheimer befindet, angebracht. Eine Art Wassercloset ist hierbei nicht ausgeschlossen, sondern für Wohlhabende — die durch das Wasser vermehrte Masse erfordert selbstverständlich mehr Transportkosten — gut anbringbar. Zur Entfernung der Tonnengase dient ein Dunstrohr, welches die Verlängerung des Abfallrohres bis über das Dach hinaus bildet, oder in einem besonderen neben dem Küchenkamine angebrachten Ventilationsschacht besteht, der durch ein Seitenrohr mit dem Abfallrohr in Verbindung gesetzt ist.

Ob diese vollkommene Einrichtung, wie sie Heidelberg besitzt, und wie sie nach dem Muster von Heidelberg bereits in einer Anzahl anderer Städte eingeführt ist, durchaus vom hygienischen und ästhetischen Standpunkte aus verlangt werden muß, ist eine Frage, welche zu ventiliren ist. Ob zunächst nicht für kältere Climate die Siphon-Einrichtung des Heidelberger Systems, sowie die dort vor allem üblichen Tonnen von Eisenblech gerade Nachtheile hervorbringen? Zu gering anzuschlagen sind ferner nicht die wesentlich größeren Kosten, welche diese Einrichtung erfordert.

In Görlitz, einer Stadt von ca. 50000 Einwohnern, in welcher das Tonnensystem eingeführt ist, hat man die Siphon-Einrichtung nicht acceptirt und die Tonnen nicht aus Eisenblech,

sondern aus sehr gutem Eichenholz hergestellt. Diese Görlitzer Einrichtung habe ich eingehend besichtigt und kann bestimmt aussprechen, daß sie all den Anforderungen, welche in hygienischer und ästhetischer Hinsicht gestellt werden können, durchaus entspricht. In den hölzernen Tonnen erfolgt, wenn außerdem noch für entsprechende Einpackung der Tonnen im Winter Sorge getragen ist, das Einfrieren beim Stehen in den Aborten so wie auf dem Transporte erst bei einer Temperatur von ca. 15° R. Görlitz hat außerdem Ventilationsvorrichtungen, ähnlich wie Heidelberg. Die Siphons haben große Annehmlichkeiten, aber die Nachtheile, daß sie verstopfen und auch einfrieren, was beides Unzuträglichkeiten und zwar oft nicht geringen Grades mit sich führt.

§. 130.

β. Einrichtung des Tonnensystems.

Das Tonnensystem ist in den Städten, welche dasselbe acceptirt haben, wie bereits aus der Beschreibung desselben in Heidelberg und Görlitz hervorgeht, in sehr verschiedener Weise durchgeführt worden. Die Tonnen sind in mannigfaltiger Form und Größe aus Holz, verzinntem oder angestrichenem Eisenblech dargestellt, die Abfallröhren anderseits aus Holz, Eisen oder Chamotte gefertigt. Ebenso ist die Verbindung der Abfallröhren mit den Tonnen eine verschiedene: man läßt sie entweder frei in die Tonnen münden, oder man hat sie in mehr oder weniger sorgfältiger Weise an die Tonnen angeschlossen; vielfach ist außerdem ein Siphon eingeschaltet, um die Tonnengase durch Flüssigkeit vom Abfallrohre abzuhalten. Der Verschluß der Tonnen für den Transport ist ebenfalls kein gleicher. Einzige Bedingung ist hier, daß der Verschluß wirklich ein vollkommener ist. Für Abführung der Tonnengase ist ebenfalls in verschiedener Weise Sorge getragen worden: entweder bildet die Verlängerung des Abfallrohres das Dunstrohr und dieses mündet über das Dach hinaus, oder es ist ein besonderes Ventilationsrohr, vom Abfallrohre unten sich abzweigend, neben der Küchenesse in die Höhe geführt. Die Sitztrichter sind aus Eisen, Porzellan oder Chamotte gefertigt; wir finden hier auch die Einrichtung des Wasserclosets. An anderen Orten ist bereits im Abtritttrichter für Trennung der festen und flüssigen Excremente gesorgt, um beide getrennt zu erhalten, die Zersetzung zu verlangsamern und bequemer desinficiren zu können, oder auch um den Urin direkt in den Straßenkanal zu führen u. s. w.

Nothwendig für die vollkommene Wirksamkeit des Tonnensystems erscheinen die folgenden Bedingungen.

1. Die Tonnen müssen vollkommen dicht hergestellt sein, so daß weder beim Gebrauche im Hause, noch beim Transport der Inhalt durchdringen kann. Ob das zur Herstellung der Tonnen verwendete Material Holz oder Eisen ist, ist an sich gleichgültig, sobald nur die oben gestellte Bedingung erfüllt wird.

Die Holztonnen sind wesentlich billiger, als die eisernen, dagegen selbstverständlich von geringerer Dauerhaftigkeit. Das Gefrieren des Inhaltes wird ferner in Holztonnen weniger leicht, als in eisernen erfolgen, da das Holz ein schlechterer Wärmeleiter als Eisen ist. Es werden somit die in Betreff des Materials entscheidenden Factoren vor allem finanzieller und climatischer Natur sein.

2. Die Tonne muß mit dem durchaus dichten Abfallrohr durch eine Schiebervorrichtung (Muffe) vollkommen dicht verbunden sein.

3. Die Tonne muß beim Transport einen festschließenden Deckel haben.

4. Die Tonnen dürfen nur so groß und schwer sein, daß sie von 2 Männern auf kurze Strecken transportirt werden können.

5. Die Tonnen müssen wenigstens alle 5 Tage geleert werden und dürfen beim Wechsel nie voll sein. Die Größe der Tonnen wird daher durch die Anzahl der Tage, welche dieselben im Gebrauche sind, ob 2, 3, 4 oder 5 Tage und durch die Zahl der Personen, welche dieselben benutzen, bestimmt. Bei großen Gebäuden sind fahrbare Tonnen zu empfehlen.

6. Es ist sehr wünschenswerth, daß das Abfallrohr mit genügender Lüftung versehen ist, was am besten dadurch bewerkstelligt wird, daß dasselbe bis über das Dach hinaus verlängert ist, oder am unteren Ende eine seitliche Abzweigung nach der Küchenesse hat, um neben letzterer ebenfalls bis über das Dach hinaus aufzusteigen.

7. Sehr zu empfehlen ist schließlich, daß die Tonnen in einem sogenannten Tonnenhause im Parterre befindlich sind.

8. Für bequeme Fortschaffung der Hauswässer &c. aus der Wohnung muß Sorge getragen sein, damit hierzu der Abort, als leichter erreichbar, nicht benutzt wird.

§. 131.

γ. Vortheile resp. Nachtheile des verbesserten Tonnensystems.

1. Vortheile:

1) Der Boden, auf welchem die Wohngebäude stehen, wird vollkommen rein gehalten, so daß das Grundwasser und die Quellen, welche die Brunnen speisen, nie durch menschliche Excremente verunreinigt werden. — Reinerhaltung des Bodens.

2) Die Wohnräume werden vor dem Eindringen der gasförmigen Zersetzungsproducte u. s. w. der menschlichen Excremente bewahrt. — Reinerhaltung der Luft der Wohnräume.

3) Die Flüsse u. s. w. werden durch die menschlichen Excremente nicht verunreinigt.

4) Volle Gewinnung der Excremente im frischen Zustande und in Folge dessen normale Verwendung derselben direkt für das Feld oder zur Poudrette-Fabrikation.

5) Zu Zeiten epidemischer Krankheiten ist die schnelle Entfernung der gefährlichen Stoffe aus den Wohnräumen und der Stadt, sowie die Desinfection derselben, am besten zu bewerkstelligen.

6) Das Tonnensystem gewährt nach vollendeter Einrichtung Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals; nur bei großen Städten kann eine Ausnahme eintreten.

2. Nachtheile:

Die Nachtheile des Tonnensystems bestehen:

1) In der theilweisen Abhängigkeit von dem guten Willen der Bewohner resp. von der Durchführung der erforderlichen polizeilichen Vorschriften.

Soll das Tonnensystem die vorher genannten Vortheile gewähren, so ist absolut nothwendig, daß in die Tonnen nur die Excremente gelangen und daß das Wechseln der Tonnen streng nach der gegebenen Vorschrift erfolgt.

2) Durch die Tonnen dürfen nur die menschlichen Excremente aus den Wohnungen und der Stadt geschafft werden, hieraus folgt, daß die anderweitigen Abfälle, wie das Hauswasser, die Küchenabfälle, der Straßenkehricht ꝛc. auf anderem Wege entfernt werden müssen. Das Kanal- und Schwemmsystem, so wie auch zum Theil die Grubensysteme nehmen entweder, wie das erstere, alle, oder wie die letzteren, einen Theil dieser Abfälle mit auf.

Es müssen daher besondere Kanäle für die Entfernung der flüssigen Abfälle geschaffen werden, welche aber die Größe und die Tieflage der Kanäle des Schwemmsystems lange nicht zu haben brauchen und daher wesentlich billiger sind. Die festen Abfälle, wie die Asche von Holz, Torf, Braun- und Steinkohlen und die Abfälle vegetabilischer Natur — Abfälle thierischer Natur werden hierbei nicht in erheblichem Grade zur Sammlung gelangen — müssen für sich gesammelt und aus der Stadt entfernt werden. Dasselbe gilt von dem Straßenkehricht. Diese Materialien liefern mit den menschlichen Excrementen einen vorzüglichen Compost, wie dies die Analysen derartiger Composte der Städte Bremen, Groningen rc. darthun.

Die flüssigen Abfälle können in die Kanäle entweder direkt, oder nach Filtration geführt und ohne Nachtheil in die Flußläufe gelassen werden, da der Stickstoffgehalt derselben ein niedriger und daher auch die Gefährlichkeit derselben für die Gesundheit der Menschen eine verschwindend geringe ist und in keiner Weise in Vergleich mit dem der menschlichen Excremente gestellt werden kann, wie dies von den Anhängern des Schwemmsystems gethan wird. Von dieser Seite behauptet man gerne, daß der Kanalinhalt der Städte, welche die menschlichen Excremente nicht in die Kanäle leiten, nur wenig von demjenigen verschieden sei, welche die Kanäle zugleich zur Fortschaffung der menschlichen Auswurfstoffe benutzen. Es werden hierbei auch Zahlen vorgeführt, welche dies beweisen sollen, z. B. die Resultate der Untersuchungen des Inhaltes von Kanälen in München. Daß die Zahlen aber, welche in München erhalten worden sind, durchaus nichts beweisen können, geht aus der einfachen Thatsache hervor, daß daselbst noch ein großer Theil der menschlichen Excremente, vor Allem zu der Zeit, wo die Untersuchungen stattfanden, in die Kanäle gelangte. Soweit mir bekannt, liegen Analysen von dem Inhalt von Kanälen, die nur die flüssigen Abfälle der Häuser, aber nicht auch menschliche Auswurfstoffe aufnehmen, überhaupt nicht vor. Da aber die Abfälle welche in die Kanäle geführt werden sollen, wie bereits bemerkt, sämmtlich sehr arm an dem gefährlichen Stickstoff sind, so kann auch der Inhalt der Kanäle nicht in irgend einem erheblichen Grade gesundheitsschädlich sein, mithin auch durch diese eine Verunreinigung der Flußläufe nicht eintreten. Daß durch die Hineinführung der menschlichen Excremente in die Kanäle eine höchst gefährliche Verunreinigung des Kanalinhaltes rc. stattfindet, muß jedem, der sich der Wahrheit nicht mit Gewalt verschließen will, vollständig klar sein. Bei einer Stadt von 100,000 Ein-

wohnern gelangen z. B. jährlich allein 1 Million ℔ Stickstoff in die Kanäle.

Handelt es sich ferner um Entwässerung der Stadt, resp. Senkung des Untergrundwassers, was bei dem Schwemmsysteme ja ebenfalls durch die Kanäle besorgt werden soll, meistens aber nicht in vollständiger Weise geschieht, so empfiehlt sich zu diesem Zwecke einfache Drainage der Stadt, wie eine solche von Liernur bei seinem System für diesen Zweck eingeführt ist.

§. 132.

8. Kosten des Tonnensystems.

Bei der Angabe der Kosten des Tonnensystems sind einerseits die der Einrichtung desselben und anderseits die des Betriebes in's Auge zu fassen.

Was die Einrichtungskosten anbetrifft, so sind diese natürlich je nach der Vollständigkeit der Anlage und nach dem dazu verwendeten Material verschieden.

Bei dem Heidelberger Tonnensystem ergeben sich nach den Anschlägen der Firma Fischer u. Co. (Curt Maquet) die Kosten wie folgt:

1) Tonneneinrichtung für 1 Stockwerk von ca. 4 Meter Höhe mit einem Sitz:

2 Tonnen (eiserne) mit Zubehör	86,0	Mark
2 Traghebel	6,0	"
1 Ueberlaufeimer	9,8	"
1 Siphon	42,0	"
3 m Rohr in 21 cm Luftweite (Abfallrohr)	30,0	"
1 eintheiliges Zweigrohr von 28″	14,0	"
1 emaillirte Abortschüssel	8,5	"
4 m Dunstrohr	20,0	"
1 Luftsauger	23,0	"
	239,3	Mark

2) Tonneneinrichtung für 3 Stockwerke mit Ventilation und Flaschenzug bei 6 Sitzen:

2 Tonnen, Traghebel und Ueberlaufeimer	101,8	Mark
1 Siphon	42,0	"
1 Zweigrohr für Ventilationsschacht	8,5	"
3 zweitheilige Zweigrohre	31,5	"
11 m Abortrohr	110,0	"
1 Rollvorrichtung für Tonnen	6,0	"
1 zweiklobiger Flaschenzug mit Rollen	30,0	"
	329,8	Mark

Hierzu noch wie bei 1 die Kosten für 6 Aborttrichter, Dunstrohr und Luftsauger.

Ist bereits Abfall- und Dunstrohr vorhanden, so kommt die Einrichtung entsprechend den obigen Sätzen billiger zu stehen.

Diese Sätze zeigen bereits, daß die Einrichtung des Heidelberger Tonnensystems, welches gewiß den strengsten Anforderungen

entspricht, billiger ist, als die Herstellung einer nach den Forderungen der neuesten Technik gebauten Grube, und wesentlich billiger als die Kosten eines vollkommenen Wasserclosets und dessen Verbindung mit einem Schwemmkanal in der Straße.

Wird die Tonne von Holz, Abfall- und Dunstrohr von Chamotte hergestellt, so ist die Einrichtung wesentlich billiger.

In Görlitz kosten die aus bestem ungarischen Eichenholze vorzüglich hergerichteten Tonnen bei einer Holzstärke des Kopfes von 40 mm und des Bauches von 25 mm, je nach der Größe 17½ bis 18¼ Mark (100—150 Liter Inhalt). Von glasirten Leitungsröhren kostet der laufende Meter bei 24 cm innerer Weite 3 Mark 60 Pf., der Ansatz mit 2 Seitenröhren und 2 Sitzen 13 Mark, das Saugrohr mit Deckel 8 Mark 50 Pfg.*) Ich habe bei mir für eine Einrichtung mit 3,55 m Abfall- und Dunstrohr, 2 Sitzen, Saugrohr mit Deckel, Schiebervorrichtung für die Verbindung des Rohres mit der Tonne, die betreffenden eisernen Ringe für die Befestigung des Rohres an der Mauer und die erforderlichen Tischlerarbeiten 64 Mark gezahlt; als Tonnen sind Petroleumtonnen verwendet, die per Stück 2—3 Mark kosten und deren Einrichtung zur Aufnahme der Fäcalien sehr leicht und billig ist. Die Kosten der Maurerarbeiten lassen sich allgemein nicht angeben. Ich bemerke hier noch, daß ich mit dieser Einrichtung ohne Siphon sehr zufrieden bin.

Die Betriebskosten haben sich in Heidelberg, wo die ganze Angelegenheit in den Händen des Tonnenvereins liegt, nach dem Berichte von Dr. Mittermaier, für das Jahr 1874—75 wie folgt gestellt:

1 Aufseher . . .	450 Mark
3 Arbeiter . . .	2,700 „
Sonntagslohn . .	72 „
Pferdefutter 2c. .	1,650 „
Geräthe	200 „
Verwaltung . . .	100 „
Verschiedenes . .	200 „
Pachtzins . . .	158 „
	5,530 Mark

Diesen Ausgaben stehen die folgenden Einnahmen gegenüber:

für Umwechselung, Abholung, Reinigung und Zurückbringen der Tonnen	2,000 Mark
für an die Landwirthe verkauften Tonneninhalt	1,700 „
für Abholung der trockenen Abfälle und Kohlenasche	1,500 „
für Compost aus diesen Abfällen und Pferdemist	300 „
	5,500 Mark

Es balancirten somit die Ausgaben und Einnahmen fast vollständig. Nicht gedeckt wurden die Abschreibung am Inventar, die Verzinsung und Abtragung des aufgenommenen Kapitals; hierfür giebt in Heidelberg die Stadtkasse einen jährlichen Zuschuß von 1,500 Mark.

Die Ausgaben sowie die Einnahmen haben sich in Heidelberg von Jahr zu Jahr mit der Vermehrung der Tonnenhäuser naturgemäß gesteigert, so daß der Voranschlag für 1881 an Einnahmen 11,750 Mark und an Ge-

*) Die Fabrik von H. Schomburg, Margarethenhütte bei Bautzen, liefert diese Röhren 2c. in sehr guter Qualität und von zweckentsprechender Construction.

sammtausgaben 18,541 Mark 50 Pf. aufweist. Die eigentlichen Betriebsausgaben sind bisher durch die Betriebseinnahmen gedeckt worden.

Für das einzelne Tonnenhaus stellen sich in Heidelberg bei 3maliger Abholung der Tonnen in der Woche, die Kosten pro Jahr wie folgt:

für das Abholen der Tonnen	31 Mark 20 Pf.
für jährlichen Tonnenanstrich	2 „ — „
für etwaige Reparatur der Tonnen	2 „ — „
	35 Mark 20 Pf.

macht bei 15 Bewohnern jährliche Kosten für den Kopf 2 Mark 35 Pf., bei zweimaligen wöchentlichen Tonnenwechsel dagegen nur 24 Mark 80 Pf., also auf den Kopf 1 Mark 65 Pf.

In Görlitz, wo die Stadt die Abholung besorgt und der Hausbesitzer nur für Beschaffung der 2 Tonnen für jeden Abort, welche er für 40 Mark von der Stadtverwaltung erhält, Sorge zu tragen hat, kommen die Abholungskosten etwas billiger zu stehen, da die Tonnen hier alle 5 Tage gewechselt und für das Abholen einer Tonne an den Unternehmer 17 Pf. gezahlt werden: jährlich 12,41 Mark, auf den Kopf 83 Pf. Ich füge noch bei, daß die Tonnen hier beim Abholen nie voll sein dürfen.

§. 133.

Anhang.

Als Anhang bringe ich 2 Modificationen des Gruben- resp. des Tonnensystems, welche wohl hier am besten Platz finden.

1. Das Erdcloset von Moulé.

Zweck dieses Verfahrens ist, durch Anwendung von Erde zu desinficiren, sowie den Harn aufzusaugen und den Koth einzuhüllen. Nach Versuchen, welche in Berlin gemacht, sind pro Stuhlgang 7 ℔ Erde erforderlich. Der Dungwerth der so erhaltenen Masse kann bei Verwendung so großer Erdmengen kein irgendwie erheblicher sein. Daß dieses Verfahren sich für Städte, vor allem größere, nicht eignet, geht aus der so bedeutenden Menge Erde hervor, welche verbraucht wird. Würde eine Person täglich den Abort nur einmal benutzen, so würden für dieselbe schon 25,6 Ctr. pro Jahr erforderlich sein. Die Herbeischaffung und Aufbewahrung so großer Erdmengen, sowie die Fortschaffung der erzielten Dungmasse lassen dieses Verfahren für die Stadt als undurchführbar erscheinen. Für das Land dagegen, wo die Herbeischaffung der erforderlichen Erde und die Fortschaffung der gewonnenen Dungmasse keine besonderen Schwierigkeiten macht, kann in Ermangelung einer besseren Art für die Sammlung der menschlichen Excremente das Moulé'sche Verfahren eher als einigermaßen zweckentsprechend bezeichnet werden.

Bedingung ist trockene Erde.

2. Das Torfcloset, auch als Trockencloset mit Torfstreu-Vorrichtung bezeichnet.

Der Torf besitzt, wie bereits mehrfach hervorgehoben ist, eine sehr große wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft und eignet sich deshalb vorzüglich als Aufsaugemittel für Flüssigkeiten. Der Torf besitzt ferner ein bedeutendes Absorptionsvermögen für Ammoniakgas und andere Gase. Aus diesen Gründen eignet er sich sehr gut als Streumaterial im allgemeinen und im besondern für die flüssigen und festen menschlichen Excremente. Jede Torfsorte paßt hierzu selbstverständlich nicht im gleichen Grade.

Von der Braunschweiger Torfstreufabrik Ed. Meyer u. Co. wird ein Streumaterial, genannt Torfmull, geliefert, das nach den vorliegenden Versuchen als vorzüglich für den obigen Zweck sich eignend bezeichnet werden kann. Dieses Fabrikat ist ein hellbrauner, leichter, durch Maschinen äußerst gleichmäßig zertheilter Torf, dabei nicht erdig oder staubig, sondern fasrig und in diesem Zustande außerordenlich wasserbindend (ca. die 9 fache Menge: H. Schultze, M. Fleischer u. A.)

Nach Hugo Schultze hat dieser Torf die folgende Zusammensetzung:

Feuchtigkeit	20,98
Organische Substanz	73,95
Asche	5,07
	100,00
Stickstoff	0,46%

Die Zahlen zeigen, daß bei Verwendung dieses Torfes die Fäces nicht werthloser, wie dies bei Benutzung von Erde der Fall ist, sondern im Werthe vor Allem wenn noch die physikalischen Beziehungen des Torfes zum Boden in's Auge gefaßt werden, wesentlich erhöht werden. Nach Versuchen von R. Frühling und L. Schulz beträgt beim jedesmaligen Gebrauch die zu verwendende Torfmenge im Mittel ca. 100 Grm. Der Tonneninhalt war beim Entleeren des Gefäßes selbst am Boden trocken, dabei homogen und nicht auseinanderfallend, und fast geruchlos.

Von der Fabrik ist ferner ein Closet construirt, das die Excremente durch eine selbstthätige, nicht ausschaltbare Vorrichtung sogleich mit Torfstreu in genügender Menge bedeckt.

Von Hugo Schultze ist eine Analyse des gewonnenen Düngers — Gemenge von Torf und Latrine — ausgeführt, welche folgendes ergeben hat:

Wasser	83,10
Organische Substanz	14,60
Asche	2,30
	100,00
Stickstoff	0,78
Phosphorsäure	0,22
Kali	0,28

Diese Zahlen sprechen für den hohen Düngerwerth der Masse.

Die Torfstreu ist daher überall da, wo noch das Grubensystem vorhanden ist, durchaus zu empfehlen. Bei dem verbesserten Tonnensystem ist die Verwendung von Torfstreu selbstverständlich nicht nothwendig.

Bemerkt mag hier noch werden, daß der Preis pro Centner beim en-gros- Kauf 1,60 Mark ist und daß auf eine Lowry 100 Centner gehen. Für größere Entfernungen vom Fabrikorte möchte hiernach der Torf etwas theuer werden.*)

D. Das Schwemmkanalsystem.

§. 134.

a. Die Schwemmkanalisation ohne Berieselung.

Dieses System besteht darin, daß in den Straßen der Städte nach allen Regeln der neuen Technik gut construirte, mit vollständig glatten Wandungen versehene Kanäle (in neuester Zeit von eirunder nach unten zugespitzter Form) gebaut werden. Jedes Haus hat Anschluß an den nächsten Kanal. Während die Kanäle auf Gemeindekosten gebaut werden, hat jeder Hausbesitzer den Anschluß an den betr. Kanal auf seine Kosten zu besorgen.

Die Stadt hat so ein vollständiges Kanal- resp. Röhrennetz, welches zuletzt in einen großen, oder mehrere große Sammelkanäle zusammenläuft, der resp. die den Inhalt bei der einfachen Schwemmkanalisation, wenn ich es so nennen darf, in den nächsten Fluß führt resp. führen. Alle Kanäle müssen genügendes Gefäll haben, so daß der gesammte Inhalt in einem stetigen Strome fortgeschwemmt und sich an keiner Stelle Niederschläge 2c. bilden können. Die Kanäle nehmen nicht nur die menschlichen Excremente verflüssigt auf, sondern auch das Hauswasser, die Küchenabfälle, die Fabrikabgänge und die atmosphärischen Niederschläge. Für die Fortspülung der Excremente muß jeder Abtritt mit Wasserspülung (Wassercloset) versehen sein. Dies Wassercloset ist eine derjenigen Bedingungen der Kanalisation, welche dieses System für die Freunde desselben so angenehm erscheinen läßt, und welches stets als so außerordentlich confortable hingestellt wird. Dieses System ist daher auch nur da einführbar, wo jedes Haus Wasserleitung besitzt und wo der Wasserreichthum so groß ist, daß der Bedarf für die Haushaltung und für die Wasserclosets voll gedeckt werden kann. Bei Städten mit Schwemmkanalisation rechnet man für jeden Kopf der Bevölkerung täglich 0,186 bis 0,216 Cubikmeter (6—7 Cubikfuß) Wasser.

*) Ich mache an dieser Stelle noch darauf aufmerksam, daß die Fabrik auch eine Torfstreu von gröberen Fasern für Viehställe fabricirt, welche sich nach den vorliegenden Versuchen sehr gut bewährt hat und daher bei Mangel von Streumaterialien empfohlen werden kann.

Die Schwemmkanalisation ist in England, wie früher dargethan, in vielen Städten eingeführt, weshalb auch England die meisten Erfahrungen über dasselbe hat sammeln können, welche aber sehr trauriger Natur sind.

Die Verehrer dieses Systems behaupten zwar, daß die Flüsse den Kanalinhalt aufnehmen und weiter schließlich ins Meer führen, ohne daß wesentliche Ablagerungen in den Flüssen stattfinden. Diese Behauptung ist aber eine entschieden falsche, wie uns dies zunächst England in schlagender Weise zeigt.

Nach den von dem „Sewage-Comittee" in London erstatteten Berichten, sollen die Bette mancher Flüsse durch den Niederschlag der Kloakenmassen ꝛc. um 10—15′ erhöht sein; z. B. soll der Fluß Tame mehr Kloakeninhalt als Wasser enthalten.

Von den Flüssen im Becken des Mersey und Ribble wird gesagt, daß sie im fauligen Zustande seien. Der Medlock sei mit einem so dicken Schlamm bedeckt, daß Vögel hinüber gehen können. Der Aire, welcher durch Leeds und Bradfort fließt, soll ebenso verpestet als der Medlock sein; dasselbe gelte von dem Clyde ꝛc.

Die im Jahre 1868 von der Königin ernannte Commission erklärte ebenfalls, daß die Flüsse verunreinigt, schmutzig und mehr oder weniger verschlammt, und daß Fische in denselben nicht mehr leben können.

Frankfurt a. M., welches erst seit wenigen Jahren kanalisirt ist — der Bau der Kanäle begann 1867 — und das bis jetzt noch den Kanalinhalt in den Main führt, hat diesen Fluß bereits wesentlich verunreinigt.

In England wurden in Folge dieser großartigen Flußverunreinigung gesetzliche Bestimmungen gegen diese erlassen.

Trotz dieser unleugbaren Thatsachen verweisen in Deutschland die Freunde der Kanalisation stets auf England, als auf dasjenige Land, welches in der Städtereinigungsfrage allen anderen Ländern als Vorbild dienen sollte, ja, sie halten heute noch die Kanalisation mit Hineinführung des Kanalinhaltes in die Flüsse für möglich, wie dies die Resolutionen, welche der „deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege" 1877 in Nürnberg gefaßt hat, darthun, nach welchen um Aufhebung der gesetzlichen Bestimmungen gegen Verunreinigung der Flüsse petitionirt werden sollte. Glücklicherweise ist die Petition erfolglos geblieben, und wir erhalten hoffentlich bald ein allgemeines deutsches Flußschutzgesetz.*)

Daß die Flüsse als die natürlichen Wege für die Fortschaffung allen Unrathes angesehen werden, beruht sicherlich auf der falschen Annahme, daß sich die sog. Spüljauche — der Kanalinhalt — mit der gesammten Wassermenge der Flüsse mische und so eine Verdünnung erfolge, welche bei einigermaßen schnellem Laufe der

*) Bis jetzt existirt ein Gesetz resp. eine Verordnung gegen Flußverunreinizungen nur in einigen Staaten Deutschlands, z. B. Preußen.

Flüsse die Massen ohne jeglichen Nachtheil für die Stadt fortschaffe. Diese Annahme setzt aber eine Verkennung einfacher physikalischer Gesetze voraus. Der Koth ist leichter als Wasser, weshalb derselbe auf dem Wasser schwimmend sich befindet und allmählich, in Folge der Stromverhältnisse an die Ufer treten und sich hier beim Fallen des Wassers absetzen muß. Auch die flüssige Masse mischt sich nicht gleich mit der ganzen Menge des Flußwassers, wie dies jedem die in das Meer tretenden Flüsse schlagend beweisen; man kann hier noch lange Strecken hin das Flußwasser im Meere verfolgen.

Ist so die Flußverunreinigung die durchaus nothwendige Folge der Schwemmkanalisation, so ist unter den vorliegenden Verhältnissen denn doch weiter zu fragen, ob hiervon abgesehen die Kanalisation die Aufgabe wirklich löst, welche die Stadt an sie zu stellen hat? Geleugnet kann ja nicht werden, daß das Schwemmsystem auf den ersten Blick große Vortheile für sich hat, woraus sich die große Zahl seiner eifrigen Anhänger wohl erklärt. Es werden ja durch dies System alle Hausabgänge mit Einschluß der Fäces auf höchst bequeme und reinliche Weise aus den Häusern und der Stadt entfernt. Trotzdem muß ich aber aussprechen, daß das Schwemmsystem die an dasselbe gestellte Aufgabe nicht vollständig löst.

Die Gründe welche diesen Ausspruch bedingen, sind die folgenden:

1. Bildung der sogenannten gefährlichen Sielhaut (Kothstreifen) an den Wandungen der Kanäle wegen des wechselnden Standes der Spüljauche in denselben innerhalb 24 Stunden. Naturgemäß werden die größten Flüssigkeitsmengen in dieselben morgens und im Laufe des Tages entleert, während Abends und während der Nacht diese Mengen wesentlich geringer sind. In Folge dessen findet innerhalb 24 Stunden in den Kanälen Ebbe nnd Fluth statt und dadurch Bildung der Sielhaut. Diese naturgemäßen Schwankungen im Stande der Spüljauche in den Kanälen werden ferner wesentlich noch durch die atmosphärischen Niederschläge vermehrt.

Die auf der Oberfläche des Kanalwassers schwimmenden Koththeile werden durch die Strömung an die Wandungen getrieben, wodurch die Sielhaut entsteht; dieselbe wird zwar bei einem folgenden Hochwasserstande theilweise weggespült, durch neuen Ansatz aber immer wieder erzeugt oder sogar verstärkt. Die bei starken Niederschlägen gebildeten Kothstreifen haben daher hinreichend Zeit zur Bildung gefährlicher, gasförmiger Zersetzungsprodukte, sowie

zu der von Mikroorganismen, welche durch den unaufhörlich stattfindenden Luftstrom aus den Kanälen fortgeführt werden und so zur Verunreinigung der Luft überhaupt beitragen.

Dies ist auch bereits allgemein anerkannt worden, und finden wir aus diesem Grunde Ventilationsvorrichtungen verschiedener Art, vermittels welcher die Luft aus den Kanälen bis über die Dächer der Häuser geführt wird. Daß aber hierdurch dieses Uebel nicht gehoben werden kann, ist einleuchtend, da einerseits die Häuser verschieden hoch sind und andererseits uns die Luft, die wir einathmen, über das Dach zugeführt wird und wir der innigen Mischung dieser gefährlichen Stoffe mit der einzuathmenden Luft kein wirksames Mittel entgegensetzen können.

2. Bei epidemischen Krankheiten gelangen die so äußerst gefährlichen Fäces der Kranken ebenfalls in die Kanäle und verbreiten ihre specifischen Infectionspilze in kurzer Zeit in dem ganzen Kanalnetze, was sicherlich nicht zur Verringerung, sondern nur zur Vermehrung der Gefahr betreffs der Ansteckung beitragen muß.

3. Nach dem Ausspruche der ersten Bautechniker läßt sich kein Kanal wasserdicht herstellen, beziehungsweise wasserdicht erhalten. Hieraus folgt, daß durch das Schwemmsystem die Verunreinigung des Bodens zwar verringert, aber durchaus nicht aufgehoben ist. Es wird somit auch trotz der Kanalisation das Grundwasser und die Luft, welche mit demselben auf- und absteigt, verpestet.

Der bekannte Dr. Varrentrapp, dem vor allen Frankfurt die Kanalisation verdankt, denkt sich die Kanäle von der Beschaffenheit, daß durch dieselben durchaus nichts von innen nach außen gehen kann, daß dieselben aber andererseits von außen Wasser aufzunehmen im Stande sind, und daß so in vorzüglichem Grade die Entwässerung des Bodens und die Regelung des Grundwasserstandes bewirkt wird!

4. Als Beweis für das unter 1, 2 und 3 Angeführte läßt sich die Thatsache hinstellen, daß sich die Gesundheitsverhältnisse der kanalisirten Städte durchaus nicht gebessert haben, wenn auch die Verehrer des Schwemmsystems gerade dies als einen der hervorragendsten Vortheile für die Stadt hinstellen. Die genauen medicinalstatistischen Erhebungen beweisen auf das bestimmteste, daß die Gesundheitsverhältnisse nicht verbessert, sondern eher sogar schlechter geworden sind.

Dr. A. Schulz sagt in Betreff Berlin's: „Nach der in Berlin nach wie vor herrschenden gleichgroßen Sterblichkeit zu urtheilen, hat die hier zur Ausführung gelangte Schwemmkanalisation uns in sanitärer Beziehung nichts genützt. Die beträchtliche Abnahme der Typhussterbefälle würde nur dann zu Gunsten des Systems sprechen, wenn gleichzeitig eine Abnahme der

Gesammtmortalität zu constatiren wäre. Der Umstand aber, daß an Stelle des Typhus andere Krankheiten mit tödtlichem Ausgange getreten sind, kann unmöglich als ein sanitärer Fortschritt angesehen werden".

„Es hat noch nirgend, wo die Schwemmkanalisation angewandt wird, eine Verminderung der Gesammtsterblichkeit stattgefunden, weder in England, noch auf dem Continente. Wohl aber das Gegentheil". Dr. Winterhalter weist durch Zahlen nach, daß Diarrhoen, Diphterie und Infectionskrankheiten sich vermehrt haben. —

Schließlich führe ich noch einen Ausspruch eines der höchst angestellten englischen Ingenieure in Betreff London's an. Er sagte zu Dr. Mittermaier: „Seien Sie über die Beurtheilung unserer Schwemmkanäle, welche die ganze Fäcalmasse London's fortzuführen haben, ja vorsichtig. London hat in den letzten 25—40 Jahren in socialer Hinsicht so außerordentliche Umwandlungen zum Besseren erfahren, daß diese wahrscheinlich mehr als alle Schwemmkanäle bedeuten. Wenn z. B. früher gegen 170,000 Menschen in Kellerwohnungen lebten, so sind letztere nun vollständig verschwunden; wenn früher aus den Häusern jede Art von Abfallstoffen auf die Straßen geworfen wurde, wo sie wochenlang liegen blieben, so geschieht deren Entfernung mit Wagen nun schon nach wenigen Stunden. Was unsere Schwemmkanäle mit ihrem verdächtigen Inhalte betrifft, so befürchte ich, daß wir uns auf einem falschen Wege befinden. Bedenken Sie die bedeutende Menge der gefährlichen Emanationen aus denselben; bedenken Sie, daß wir den mit menschlichen Excrementen geschwängerten Inhalt in die Themse leiten und bedenken Sie das Versinken des Kanalinhaltes in den Boden, wenn diese Kanäle einmal durchlässig geworden sind, was früher oder später trotz der vortrefflichen Bauart eintreten wird". Die Worte eines solchen Mannes müssen wahrlich jeden Unbefangenen zum ernstesten Nachdenken veranlassen*).

5. Von dem Schwemmsystem wird theoretisch angenommen und auch von den Verehrern desselben behauptet, daß alles was in die Kanäle gelangt, ohne große Kosten und Arbeit und in kürzester Zeit aus denselben entfernt wird. Bei sehr starkem Gefäll und Verwendung von vielem Wasser mag dies der Fall sein; da aber ein Gefäll, wie es hierzu erforderlich ist, fast nie geschaffen werden kann, ebenso auch die zur Fortspülung erforderliche große Wassermenge in der Regel nicht vorhanden ist, so kommen bedeutende Ablagerungen in den Kanälen vor, deren Fortschaffung Geldausgaben bedingt.

Der Berliner Verwaltungsbericht pro 1879 liefert hierfür den schlagendsten Beweis. Wir ersehen daraus, daß die Stromgeschwindigkeit in den Kanälen nicht groß genug war, um das Fortschwemmen von „Sand gemischt mit Kaffeegrund" zu besorgen. Aus diesem Grunde mußten die Kanäle, „um Ablagerungen zu vermeiden", alle 3 Wochen und die Thonröhren alle 14 Tage mit Wasser besonders gespült werden. Aber auch hierdurch wurden die Ablagerungen nicht vermieden, sondern man mußte im gedachten Jahre 482 cbm. Sand 2c. allein aus den Kanälen des III. Radialsystems heben und abfahren

*) In Betreff weiterer Thatsachen verweise ich auf die Schrift von Dr. van Overbeck de Meijer: Les Systèmes d'Evacuation des Eaux et Immodices d'une ville und auf die Schriften von Dr. L. Winterhalter: „Zur Kanalisation von München".

lassen. Aus dem Berichte ergiebt sich nun, daß für Kanalreinigung, resp. Abfuhr 54,000 Mark ausgegeben worden sind. Es macht dies, da das 3. Radialsystem 106,000 Einwohner umfaßt, pro Kopf und Jahr der Bevölkerung mehr als 1/2 Mark (A. Schulz).

„Das Schwemmsystem ist deshalb, sagt A. Schultz, nicht ein in sich technisch vollkommenes Verfahren, sondern es bedarf, außer einer periodisch sehr bedeutenden Menge von Spülwasser, des Apparats, der jeder Abfuhrmethode dient*).

6. Unvollkommene Arbeit in Betreff der Entwässerung des Bodens. Bekanntlich wird die normale Entwässerung des Bodens, die Regelung des Grundwasserstandes, als eine der wichtigsten Vortheile der Schwemmkanalisation gepriesen. Diese Regelung des Grundwasserstandes bewirken die Kanäle aber durchaus nicht in befriedigender Weise, da die Tieflage derselben sich wohl zuweilen, aber nicht immer nach den Factoren des Grundwasserstandes richten kann, sondern vor allem durch das vorhandene Gefäll und zwar wegen der erforderlichen Stromgeschwindigkeit bedingt sein muß.

§. 135.

β. Die Schwemmkanalisation mit Berieselung.

Nachdem in England die traurigen Folgen des Schwemmkanalsystemes für die Flüsse erkannt worden waren, wurde Abhülfe gesucht; von den nach dieser Richtung hin gemachten Vorschlägen bestand auch einer, wie wir bereits gesehen haben, darin, den Kanalinhalt zur Düngung, zur Berieselung von Feldflächen, zu benutzen. Dies ist die wirkliche historische Entwickelung der Kanalisation mit Berieselung und daher hier nochmals bestimmt zu betonen.

Erfüllt denn die Kanalisation mit Berieselung alle an dieselbe zu stellenden Anforderungen? Auch hierauf müssen wir mit einem entschiedenen „Nein“ antworten und zwar aus verschiedenen Gründen.

1. Das Nährstoffverhältniß der Pflanzen und die Spüljauche.

Der vornehmste Grund, welcher für die Berieselung mit der Spüljauche geltend gemacht wird, ist der, daß die Pflanzen sich

*) Die für die Spülung der Kanäle erforderlichen großen Wassermengen machen in Berlin bereits den Bau eines neuen Wasserwerkes nothwendig. In Danzig erscheinen Verordnungen dahin gehend, daß mit dem Verbrauch an Wasser für die Haushaltung sparsam umgegangen werden müsse. (1880).

der in derselben vorhandenen Pflanzennährstoffe vollständig bemächtigen sollen und die Spüljauche so zu reinem Wasser werde.

Es ist dies eine Annahme, welche auf durchaus falscher Basis beruht.

Soll die Pflanze der Spüljauche die in ihr befindlichen Nährstoffe wirklich vollständig entziehen, so müßten die Pflanzen die Nährstoffe in demselben Verhältnisse gebrauchen, in welchem dieselben in der Spüljauche enthalten sind. Die nachfolgende kurze Betrachtung wird aber auf das entschiedenste darthun, daß dies nicht der Fall ist.

Die Pflanzen gebrauchen zum normalen Gedeihen 14 Nährstoffe, von denen nicht einer fehlen darf. Es sind aber nicht nur die 14 Nährstoffe nothwendig, sondern die Pflanzen bedürfen von den einzelnen derselben innerhalb bestimmter Grenzen liegende Mengen. Eine Vertretung einzelner Nährstoffe z. B. der basischen oder sauren unter einander findet bekanntlich ebenfalls nicht oder nur in ganz beschränktem Grade statt.

Die Mengen der den einzelnen Pflanzen nothwendigen Nährstoffe sind in absolut begrenzten Zahlen nicht anzugeben, es lassen sich aber Zahlen berechnen, welche für die hier vorliegende Betrachtung volle Gültigkeit haben.

Für einige Pflanzen, welche auf den Rieselfeldern angebaut zu werden pflegen, habe ich die Mengen von Nährstoffen berechnet, welche dieselben bei einer guten Ernte dem preuß. Morgen, resp. einem 1/4 Hectar entziehen.

Es sind dies:

	Kali ℔	Kalkerde ℔	Magnesia ℔	Phosphorsäure ℔	Schwefelsäure ℔	Kieselsäure ℔	Stickstoff ℔
Ital. Raygras . . .	22,00	43,00	13,00	62,00	23,00	185,00	168,00
Runkelrüben	352,40	48,00	45,40	58,70	25,50	26,90	122,00
Möhren	100,56	44,56	14,62	34,84	16,00	10,28	70,00
Sommerraps	23,27	23,55	6,30	13,46	3,93	3,22	18,80
Winterraps	45,78	45,47	13,41	30,87	7,29	6,04	43,00

Bedenkt man hierbei noch, daß durch die atmosphärischen Niederschäge nach den vorliegenden Analysen auf den preußischen Morgen 5 bis 12 ℔ (auf den Hectar 20 bis 48 ℔) Stickstoff gelangen, daß ferner blattreiche Pflanzen durch die Blätter gas-

förmigen, in der Luft befindlichen gebundenen Stickstoff aufzunehmen vermögen, so folgt hieraus, daß der schon so hohe Gehalt der Spüljauche an Stickstoff für die Pflanzen noch wesentlich erhöht wird.

Die Vergleichung des Bedarfes der Pflanzen an Nährstoffen mit dem Gehalte der Spüljauche an denselben muß mithin zu dem Schlusse führen, daß die Spüljauche die Nährstoffe durchaus nicht in dem Verhältnisse enthält, in welchem dieselben von den Pflanzen gebraucht werden, daß sie nämlich viel zu reich an Stickstoff und zu arm an Phosphorsäure, Kali rc. ist. Die Folge hiervon ist, daß sich im Boden bedeutende Mengen Stickstoff anhäufen, und daß das durch den Boden durchsickernde Wasser ebenfalls sehr reich an diesem Nährstoffe sein muß. Ersteres zeigt uns die geile Entwickelung der auf den Rieselfeldern wachsenden Pflanzen. Der Stickstoff ist ja aber gerade der für die Gesundheit der Menschen gefährlichste Bestandtheil der Spüljauche und dieser wird von den Pflanzen nicht voll verbraucht, sondern ein Theil desselben gelangt mit dem durchsickernden Wasser schließlich in die Quellen, welche die Brunnen speisen, resp. in die Flüsse u. s. w. In welcher Form der Stickstoff mit dem Wasser durch den Boden sickert, ob noch zum Theil in organischer Verbindung, ob zum Theil als Ammoniak oder Salpetersäure, läßt sich ohne Weiteres nicht bestimmen. Fest steht soviel, daß der Stickstoff nur dann die am wenigsten schädliche Form als Salpetersäure angenommen haben kann, wenn der Boden außerordentlich gut durchlüftet ist, und daß diese Bedingung fast nie erfüllt wird.

Sollten aber die Stickstoffverbindungen der Spüljauche auch vollständig zu Salpetersäure verbrannt sein — ich sagte sollte — so erleidet wenigstens durch das Wegfließen derselben in die Quellen, Flüsse u. s. m. der Nationalwohlstand einen erheblichen Verlust. In Berlin umfaßt das III. Radialsystem, welches seit 1878 vollendet ist, ca. 106,000 Einwohner; nehmen wir den Stickstoff pro Kopf pro Jahr nur zu 8 ℔ an, so beträgt der Stickstoffgehalt der Excremente dieser 106,000 Menschen jährlich 848,000 ℔, mithin pro Monat 70666,6 rund 70660 ℔. Nach dem vorher Dargethanen ist die Annahme, daß die Hälfte dieses Stickstoffes verloren geht, gewiß nicht zu hoch gegriffen, dies macht 35,330 ℔ und in Geld ausgedrückt 35,330 Mark, und zwar Verlust in einem Vegetationsmonate.

Ist Berlin vollständig kanalisirt, so beträgt dieser Verlust mehr als das zehnfache. Ist bereits während der Vegetationszeit

ein solcher Verlust vorhanden, wie wird sich derselbe erst im Winter gestalten?

Aus dem Obigen geht mit Bestimmtheit hervor, daß das Nährstoffbedürfniß der Pflanzen im Vergleich zu der Zusammensetzung der Spüljauche allein bereits klar zu legen vermag, daß die Kanalisation mit Berieselung nicht der richtige Weg sein kann, um die Stadt von den für sie gefährlichen Auswurfstoffen der Bewohner zu befreien!

§. 136.

2. Das Absorptionsvermögen des Bodens.

Diese so bedeutungsvolle Eigenschaft kommt allen Bodenarten — so verschieden ihre physikalische und chemische Beschaffenheit auch sein mag — natürlich je nach dieser in größerem oder geringerem Grade zu und erstreckt sich vor Allem auf das Kali, Ammoniak, die Phosphorsäure, Kalkerde und Magnesia, während keine für die Salpetersäure Absorptionsvermögen besitzt. Werden die eben genannten Nährstoffe in löslicher Form zu einer Erde gebracht, so vermag diese dieselben festzuhalten und nicht durchzulassen. Selbstverständlich ist diese Eigenschaft den Bodenarten aber nicht in infinitum eigen, sondern es muß zwischen Erde und den betreffenden Pflanzennährstoffen ein bestimmtes Verhältniß vorhanden sein; ist eine Erde gesättigt, so vermag sie nichts mehr aufzunehmen, sondern die dann ihr zugeführten Stoffe gehen unabsorbirt durch dieselbe durch. Da bei der Berieselung das soeben angedeutete Verhältniß nicht festgehalten werden kann, so muß ein Theil der zugeführten Pflanzennährstoffe durch den Boden durch und so einerseits verloren gehen, andererseits die Quellen, resp. die Flüsse, in welche das ablaufende Wasser gelangt, verunreinigen. Da die Salpetersäure ferner gar nicht absorbirt wird, so gelangt die gesammte Menge derselben, soweit sie von den Pflanzen nicht verbraucht wird, in die betreffenden Quellen, resp. Flüsse.

Bestimmt betont muß hier zugleich noch werden, daß abfließendes klares Wasser durchaus kein reines Wasser zu sein braucht und es in der Regel auch nicht ist. Ein solches Wasser enthält nicht nur unorganische sondern auch farblose, organische Stoffe gelöst und unter den letzteren die gefährlichen stickstoffhaltigen. Von dieser Thatsache kann sich jeder leicht überzeugen, der Jauche durch Erde filtrit, das zuerst abfließende klare und scheinbar ganz reine Filtrat verdampft und der Rückstand glüht. Sowie zwischen Erde und Jauche bei die-

sem Experimente nicht das richtige Verhältniß gewählt, d. h. zuviel Jauche verwendet ist, so läuft sehr bald gefärbtes Wasser ab, was dann keiner mehr für reines Wasser halten wird.*)

Es sprechen somit auch die soeben genannten Thatsachen entschieden gegen die Berieselung.

§. 137.

3. Schwierigkeit der Unterbringung der Spüljauche im Winter.

Die von gewissen Seiten ausgesprochene Ansicht, daß auf den mit Raygras bestandenen Rieselfeldern im Winter unter der Eisdecke die Vegetation freudig vorwärts gehe, ist jetzt auch von den eifrigsten Freunden der Berieselung als irrig erkannt worden. Ebensowohl auch die, daß die unter die Eisdecke eingeführte Spüljauche diese nicht einfach hebe, sondern wie dies ja im Winter bei jedem kleinen Bache 2c. beobachtet werden kann, durchbreche und über dieselbe hinweglaufe. Aus diesen Gründen bereitet die Unterbringung der Spüljauche im Winter, wo sie von dem gefrorenen Boden nicht aufgenommen werden kann und die in ihr vorhandenen Pflanzennährstoffe wenigstens nicht zum Theil von den Pflanzen verbraucht werden können, große Schwierigkeiten der verschiedensten Art, welche sich in unserem kälteren deutschen Klima noch weit mehr geltend machen, als in dem milderen England's.

Auf den Berliner Rieselfeldern hat man z. B. große Einstaubassins zur Aufnahme der Spüljauche im Winter angelegt, welche zum Theil bereits schon im Sommer haben benutzt werden müssen (1878). Da der flüssige Theil der Spüljauche in den Bassins nicht, wie angenommen wurde, vollständig in den Boden versinkt resp. verdunstet und somit diese Bassins nicht immer im Frühjahr bestellt werden können, so vermehrt dies die großen Schwierigkeiten der Unterbringung des Kanalinhaltes in sehr hohem Grade. Der versickernde Theil der Spüljauche aber fließt, wie schon der bloße Augenschein und der Geruch zeigt, wenigstens in der kälteren Jahreszeit nur unvollkommen filtrirt, durch die Drainsstränge und verunreinigt das ihn aufnehmende Flußwasser.

---

*) Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, daß Analysen von solchem Wasser nicht vorliegen. In Berlin wird man bei officieller Führung gern auf die klare Beschaffenheit des durch den Boden filtrirten Wassers aufmerksam gemacht und aufgefordert von demselben zu trinken, um sich so zu überzeugen, daß es auch rein ist. Eine genau ausgeführte Analyse würde selbstverständlich allein den sicheren Beweis führen können, sie würde aber auch darthun, daß dies Wasser nicht rein ist, und diese Thatsache scheint nicht festgestellt werden zu sollen!

§. 138.

4. Der Kostenpunkt.

Die genaue Feststellung der Kosten der Kanalisation an sich, sowie die der mit Berieselung, hat ihre bedeutenden Schwierigkeiten, da authentische Angaben darüber nicht in genügender Art vorliegen. Aus den amtlich bekannt gegebenen Angaben kann jedoch mit Sicherheit geschlossen werden, daß die Kanalisation sehr theuer, und daß durch die Benutzung des Kanalinhaltes zur Berieselung von Feldflächen eine Verzinsung des Anlagecapitals in keiner Weise erfolgt, geschweige denn eine Amortisation desselben, ja daß von einer landwirthschaftlichen Ausnutzung der Spüljauche auf den Rieselfeldern oder von einer Rente im landwirthschaftlichen Sinne in keiner Weise die Rede sein kann.*)

In Berlin ist das III. Radialsystem zuerst vollendet und in Betrieb genommen worden; wir haben daher auch über dasselbe die meisten Angaben vorliegen. Dieses III. Radialsystem umfaßt ca. 2400 Häuser mit einer Einwohnerzahl von 106000 und kostet 6,1 Millionen Mark, ohne den Anschluß an die Häuser mit den Closeteinrichtungen, welche jeder Hausbesitzer selbst besorgen muß. Was letzteres kostet, läßt sich nirgends ersehen.

Laut den Voranschlägen sind die Gesammtkosten für die Kanalisation der 5 Radialsysteme nebst den Rieselfeldern 2c. auf ca. 40 Millionen Mark veranschlagt. Mögen auch die Voranschläge für den Bau der Kanäle und der Pumpstationen sich als richtig erweisen, so ist doch sehr zu bezweifeln, daß die für die Rieselder ausgeworfene Summe nebst den Aptirungs- und Drainirungskosten — die Drainage war zunächst gar nicht in Betracht gezogen, hat sich jetzt aber als durchaus nothwendig herausgestellt — nicht wesentlich überschritten werden.

Für 1 Hectar Rieselfläche werden die Ankaufs-, Aptirungs- und Drainirungskosten auf durchschnittlich 3350 Mark (ohne Verzugszinsen) angegeben. Auf 400 Einwohner ist bis jetzt 1 Hectar gerechnet worden, eine Annahme, welche sich schon jetzt in Berlin als zu niedrig herausgestellt hat.

In Frankfurt a. M. sind nach den letzten vorliegenden Berichten von den 8266 Häusern 5680 d. i. 68,7% an das Kanalsystem angeschlossen. Die Länge der Kanäle, deren Gefäll 1:5 bis 1:2000 ist, beträgt rund 150,000 Meter und die Gesammtkosten 9 Millionen Mark. Die jährlichen Betriebskosten werden auf 32000 Mark oder rund 21 Pf. pro laufenden Meter angegeben. Hier muß jedes Grundstück zu den Kanalbaukosten pro laufenden Meter Front 30 Mark beitragen.

Diese wenigen Zahlen werden genügen um die Kosten der Kanalisation der Städte zu kennzeichnen; ich sehe daher von anderen Angaben ab.

Was nun weiter die Verwerthung der Spüljauche auf den Rieselfeldern anbetrifft, so wird von Seiten der

*) Es ist wirklich hochinteressant, mit welcher großen Mühe und Gewandtheit die über die Kanalisation erstatteten Berichte derartig abgefaßt sind, daß es äußerst schwer, ja zum Theil fast unmöglich ist, sich ein klares Bild über den schließlich wichtigsten Punkt, den Kostenpunkt, zu verschaffen.

Schwemmfreunde so oft behauptet, daß hierdurch eine landwirthschaftliche Ausnutzung erfolge, daß somit auf diesem Wege die Stadt der Landwirthschaft wieder zurückgiebt, was sie von ihr erhalten und vor Allem, daß die Berieselung rentire. Die amtlichen Berichte verzeichnen vielfach recht ansehnliche Nettoeinnahmen; daß aber von einem wirklichen Gewinnste hierbei gar keine Rede sein kann, sondern daß mit erheblichem Verluste gearbeitet wird, werden die folgenden Angaben, entnommen den amtlichen Berichten der Stadt Berlin, zur Genüge darthun.

Die Rieselfelder von Osdorf und Friederikenhof, welche zunächst angekauft wurden, umfassen 824 Hectar und kosten 1,365,000 Mark. Die Rohrleitung von der Pumpstation Berlins nach den Rieselfeldern 1,350,000 Mark. Es sind ferner wesentliche Kosten durch die Anlage der Beete u. s. w. kurz durch die Aptirung der ganzen Felder entstanden. Nach den officiellen Berichten betragen die gesammten Aptirungskosten ca. $2^1/_2$ Million Mark.

Diese Felder sind zum Gras- und Gemüsebau eingerichtet. Vor Allem war man der Ansicht, daß die Spüljauche durch den Gemüsebau am höchsten ausgenutzt und so die höchsten Erträge erzielt werden würden. Während laut den officiellen Berichten zuerst das Gemüse, mit Ausnahme einiger, ausgezeichnet gedieh und gerne gekauft wurde, hat man bald doch die Thatsache nicht verhehlen können, daß der Preis desselben von Jahr zu Jahr abgenommen hat und zwar in einem solchen Maße, daß im Herbste 1879 ein großer Theil der Gemüse unverkäuflich blieb. Zugleich wurde hierbei, da um jeden Preis verkauft werden mußte, der bis dahin in der Umgebung Berlin's blühenden Gemüsegärtnerei eine bedenkliche Concurrenz bereitet. Diese Erfahrungen haben denn doch zu der Erklärung geführt, daß die Spüljauche am besten durch das Gras ausgenutzt werde. In Bezug auf die Erträge der Grasländereien findet man in den Berichten anscheinend sehr hohe Zahlen und die Angabe von jährlich 5 bis 6 Schnitten.

Betrachtet man indeß die Zahlen näher, so zeigt sich, daß nur die Art, wie der Bericht das Ernteergebniß hinstellt, zu der Annahme außergewöhnlicher Erträge hat gelangen lassen, wie dies das folgende darthun wird. v. Langsdorff hat aus den officiellen Angaben über die Erträge der Jahre 1877 und 1878 den durchschnittlichen Ertrag pro Hectar zu 1103,5 Ctr. Gras berechnet, dies ist, da $7^1/_2$ Gras erst 1 Ctr. Heu geben, 147,1 Ctr. Heu = ca. 36 Ctr. pro preuß. Morgen. Diese Zahlen zeigen, daß die Heuerträge durchaus nicht als außergewöhnliche hingestellt werden können, sondern daß es sehr viele Wasserrieselwiesen giebt, welche wesentlich höhere Ernten liefern. Aus dem näheren Studium des Berichtes geht ferner hervor, daß der größte Theil der Grasländereien nur viermal geschnitten ist: sechsmal von 140,1 Hectaren nur $^4/_5$ Hectar.

Berechnen wir jetzt den wirklichen Reinertrag pro Hectar. Nach den officiellen Berichten hat man 1877 von einer Fläche von 34,47 Hectaren im Ganzen einen Reinertrag von 806,64 Mark und 1878 von 90,83 Hectaren 20180,57 Mark, in beiden Jahren somit 20987,21 erhalten. Bei der Feststellung dieses sog. Reinertrages sind aber von den durch das Gras resp. Heu erzielten Einnahmen nur die Kosten für das Mähen, für Berieseln, für das Heumachen und für allenfallsige Nachhülfe bei der Verebnung abgezogen! Nicht in Betracht gezogen sind dagegen sämmtliche Vorbereitungskosten, die Ausgaben für die Aussaat, die Verzinsung des Anlagekapitals u. s. w.! Bei in Rech-

nungstellung dieser Positionen ergiebt sich ein wesentlich anderes Resultat. Aus dem Berichte berechnet sich pro Hectar ein Reinertrag von 115 Mark. Berechnet man die Verzinsung von 3000 Mark für Ankauf des Grund und Bodens und Aptirung zur Berieselung nur mit 4%, die Zinsen des Drainirungskapitales mit 5%, ferner die Einsaat und die antheiligen Verwaltungskosten für das Gut nach niedrigem Anschlage, so erhält man 180 Mark Kosten. Wo bleibt bereits jetzt der Reinertrag, da nach dieser Rechnung sich ein Minus von 65 Mark pro Hectar ergiebt? Bedenkt man ferner noch, daß die ganze Einrichtung in der Stadt, nämlich die Pumpstationen, die Kanäle und die Röhrenleitung zur Ueberleitung der Spüljauche auf die Rieselfelder vorhanden und daß der ganze Apparat in fortwährender Thätigkeit sein muß, so wird man bei Inrechnungstellung der früheren Kosten hiervon zu noch ganz anderen Resultaten gelangen müssen.

Für das III. Radialsystem waren 390 Hectar bestimmt, zieht man hiervon für Wege, Gräben 2c. 90 Hectar ab, so verbleiben für die Rieselfelder 300 Hectar; für diese berechnen sich pro Hectar an antheiligen Zinsen noch 406,5 Mark, wodurch das Gesammtdeficit sich auf 471,5 Mark pro Hectar stellt, wobei nur die Häfte der Zinsen der Kanalisationskosten in Rechnung gebracht sind. Die Generalkosten für die Unterhaltung u. s. w. der ganzen Anlage, insbesondere der Pumpstationen u. s. w. sind hierin nicht mit inbegriffen.

Die Berechtigung, die Gesammtkosten der Kanalisation bei der Feststellung des Reinertrages der Rieselfelder mit in Rechnung zu stellen, kann wohl von Niemandem bestritten werden und zwar um so mehr, da dies bei den anderen Systemen geschieht und die eigenartige Rechnungslegung über die Erträge der Rieselfelder den Blick nicht klärt, sondern verdunkelt und man schließlich in allen Berichten von Reinerträgen liest, die thatsächlich nicht vorhanden sind.

Um noch weitere Klarheit über die „besonders günstigen Resultate“ der Rieselfelderwirthschaft zu schaffen, führe ich noch folgendes an.

Im Jahre 1879 hat sich bereits gezeigt, daß der bis dahin geübte freihändige Verkauf von Gras nur in sehr beschränktem Maße zur Ausführung zu bringen gewesen ist, so daß im Herbste ein großer Theil als Gründünger an die benachbarten Landwirthe hat verkauft werden müssen, nachdem vorher der Centner Gras zu 25, 20, 18 Pf. u. s. w. (früher 30 Pf.) verkauft worden war. Man hat deshalb einen großen Theil Gras zu Heu, trotz der mancherlei technischen Schwierigkeiten, die dem entgegenstehen, gemacht. Bei Berechnung der Selbstkosten dieser Operation zu 2 Mark 25 Pf. pro Ctr. Heu, führt der Bericht einen Verkauf von 21 Ctr. mit einem Erlös von 45 Mark auf! Dieses Heu wollte Niemand kaufen, weil es angeblich riecht und dem Vieh unangenehm ist.

Wie wird die Sache sich aber erst gestalten, wenn ganz Berlin kanalisirt ist und die gesammte Spüljauche zur Berieselung verwendet werden soll!

Wir sehen aus der Darlegung der Kosten der Kanalisation mit Berieselung, daß das sich ergebende Resultat wahrlich nicht zur Aufmunterung für andere Städte dienen kann.

§. 139.

5. Die übergroße Verdünnung der Spüljauche.

Die übergroße Verdünnung des Kanalinhaltes, oder mit anderen Worten die außergewöhnlichen Wassermengen, welche die Rieselfelder aufnehmen sollen, erschweren das normale Wachsthum der Pflanzen und bedingen Versumpfung der Rieselfelder, sowie auch ein gleiches von den benachbarten Feldern gilt, wie ersteres Berlin und letzteres Danzig und Berlin bereits in hervorragender Weise dargethan haben.

Das III. Radialsystem lieferte 1878 im Jahre 4839401,800 cbm., das ist täglich 13258,635 cbm. Flüssigkeiten auf die 248 Hectar bebaute Fläche: dies macht einen Wasserstand von ca. 1800 mm. jährlich; nach Dove hat Berlin ferner durchschnittlich einen Regenfall von rund 550 mm, das künstlich hinzugeführte Wasser repräsentirt somit eine 3,3mal größere Wassermenge als diejenige ist, welche außerdem durch die atmosphärischen Niederschläge zur Erde gelangt. Auf den Kopf der Bevölkerung kommen hiernach jährlich 457 Hectoliter, woraus sich ergiebt, daß die Excremente ca. in hundertfacher Verdünnung zur Verwendung gelangen, und daß, da die Auswurfstoffe von ca. 400 Menschen auf einen Hectar gerechnet werden, der Hectar außer den atmosphärischen Niederschlägen jährlich 18280 Cubikmeter Flüssigkeit aufnehmen soll.

Ist Berlin erst ganz kanalisirt, was im Frühjahr 1881 beschlossen ist, so hat es jährlich mehr als 50 Millionen Cubikmeter Flüssigkeit auf den Rieselfeldern unterzubringen.

Das bis jetzt gegen die Kanalisation mit oder ohne Berielung Vorgeführte genügt wohl hinreichend, um derselben für jeden Unbefangenen das Todesurtheil zu sprechen.

E. Die Schwemm-Kanalisation mit Reinigung der Spüljauche durch andere Mittel, als die der Berieselung.

Erfahrungen über die Reinigung des Kanalinhaltes auf verschiedenen Wegen liegen vor allem in England vor. Nachdem die Flußverunreinigungen soweit gelangt waren, daß ein Mehr unmöglich war und deshalb durch Gesetze das Hineinleiten des Kanalinhaltes in die Flüsse verboten werden mußte, befanden sich die kanalisirten Städte in sehr großer Verlegenheit. Es wurden daher die verschiedenartigsten Mittel vorgeschlagen, um den Kanalinhalt zu reinigen und dann ohne Nachtheil den Wasserläufen zu übergeben. Eines dieser Mittel, die Berieselung, haben

wir bereits besprochen. Obgleich diese Methode sogar von der p. 221 erwähnten Königl. Commission als das Beste hingestellt wurde, konnten doch viele Städte dieselbe nicht anwenden, weil das hierzu erforderliche Land nicht zu beschaffen war. Es mußten daher anderweitige Mittel in Anwendung gebracht werden, von denen hier nur einige in aller Kürze genannt werden sollen.

α. Reinigung des Kanalinhaltes mit Hülfe von chemischen Agentien.

Von solchen chemischen Agentien sind hier zu nennen:

1. Kalkmilch; diese ist z. B. in Leicester, Blackburn und Tottenham angewendet worden. Die Commission der Königin sagt, gestützt auf ihre Untersuchungen, daß diese Methode an allen Orten einen unleugbaren Mißerfolg sowohl in Anbetracht der Produktion eines werthvollen Düngers als der Reinigung verdächtiger Flüssigkeiten gehabt habe.

2. Behandlung des Kanalwassers nach dem Patente von Sillar oder nach dem A. B. C. Prozeß. Die nach Sillar zu verwendende Mischung ist für gewöhnliches Kanalwasser etwa die folgende: 600 Theile Alaun, 1 Blut, 1900 Thon, 5 Magnesia, 15 Thier- und 20 Pflanzenkohle und 2 Theile Dolomit. Die Stoffe werden gemischt und dem Kanalwasser so lange zu gesetzt, bis ein weiterer Zusatz keine Niederschläge mehr giebt. Die Königliche Commission konnte eine günstige Wirkung dieser Mischung nicht constatiren, giebt aber zu, daß die Verhältnisse, unter welchen sie die Untersuchungen ausführte, ungünstig waren.

3. Kalk und Eisenchlorid: Vom Kalk werden jeder Million Gall. Kanalwasser 12 Bushels und vom Eisenchlorid 6 Gall. zugesetzt und zwar zuerst der Kalk, dann das Eisenchlorid. Diese Reinigungsmethode ist in Northampton im Gebrauch. Nach dem Zusatze obiger Stoffe wird das geklärte Kanalwasser einer aufsteigenden Filtration durch eine 8" starke Schicht von geröstetem Eisenerz unterworfen. Das abfließende Wasser erscheint fast klar und unschädlich, enthält aber doch noch eine große Menge fäulnißfähiger Stoffe.

4. Rohe schwefelsaure Thonerde und darauf folgende Filtration durch Koaks: Das Kanalwasser wird hierdurch nicht so gereinigt, daß das Hineinlassen desselben in den Fluß gefahrlos sein würde. Es wird in Stroud angewendet und benutzt wird Thon, der einige Tage vorher mit Schwefelsäure behandelt ist, es strömt dann in ein Klärbassin und endlich durch 3 Koaksfilter.

5. Mischung von Eisenchlorid, Kalk und Kohlenstaub, Prozeß Holden: Nach dem Zusatz obiger Mischung fließt die Masse durch eine Anzahl Klärbassins; diese Methode ist in Bradfort angewendet. Die Commission erklärt nach den vorgenommenen Untersuchungen, daß das Abflußwasser nicht in die Flüsse gelassen werden kann und daß der gewonnene Dünger als werthlos angesehen werden muß.

§. 140.

β. Reinigung des Kanalwassers durch Filtration.

Wenn auch theoretisch sich die Filtration durch Sand, Kies, Kalk oder gewisse Bodenarten als ein gutes Mittel zur Reinigung

des Kanalwassers hinstellt und die Versuche, welche von der mehrfach erwähnten Königl. Commission gemacht worden sind, entschieden derselben ebenfalls das Wort reden, so gestaltet sich die Sache im Großen doch ganz anders. Die genannte Commission gelangt selbst trotz der günstigen Versuchsresultate zu der Erklärung, daß

1) „Diese Methode ohne alle pecuniären Erträge."

2) „Der ganze Düngerwerth des Kanalwassers vollständig verschwendet würde,

3) und vor allem die Ansammlung von festen Fäcalstoffen auf der Oberfläche des Bodens, wenn keine Vegetation darauf vorhanden ist, welche die zurückgehaltene Masse verzehrt, besonders in der warmen Jahreszeit, zur Entstehung schwerer öffentlicher Schäden Veranlassung geben."

„Wir hegen auch noch Zweifel, ob die Methode, im Großen ausgeführt und bei geregeltem Betriebe, ebenso erfolgreich sein würde; denn das Kanalwasser wird wahrscheinlich ungleichmäßig durch das Land dringen und an einigen Stellen zu schnell in die Drainröhren — das betreffende Land muß drainirt sein — gelangen, an anderen zu langsam den Boden durchlaufen."

In Eherly ist diese Methode angewendet, löst jedoch ihre Aufgabe unvollkommen.

Bemerkt sei noch, daß nicht die kontinuirliche aufsteigende, sondern nur die absteigende intermittirende Filtration überhaupt Erfolg zu leisten im Stande ist. Der Luft-Sauerstoff, welcher bei der aufsteigenden Filtration fast ganz ausgeschlossen ist, ist für die Reinigung und Oxydation äußerst wichtig.

§. 141.

Anhang.

Von Dr. F. Dronke ist ferner noch eine Reinigungs-Methode des Kanalwassers auf chemisch-mechanischem Wege erfunden, welche nach den bis jetzt im Kleinen (100 Liter) damit angestellten Versuchen ein unschädliches Wasser liefert und einen werthvollen Rückstand hinterläßt. Diese Methode beruht auf Verwendung von Chemikalien (welche Geheimniß des Erfinders sind) und Filtration durch eine Sandfiltersäule eigenartiger Construction. Ob sich die Methode im Großen bewähren wird, muß dahingestellt bleiben; nach den bisherigen Erfahrungen ist die Wahrscheinlichkeit eine nicht allzu große.

§. 142

E. System Liernur — Differenzir-System.

Dieses System ist eine Art von Kanalisation, wie es Liernur selbst bezeichnet, indem es unterirdisch die Abfallstoffe der Stadt fortschafft. Es beruht auf Theilung der Aufgaben, welche die Stadt für die Reinigung zu stellen hat, daher der Name Differenzir-System, indem es sowohl die menschlichen Excremente als auch die anderen Abfälle der Stadt, jede für sich, aus der Stadt entfernt.

Die menschlichen Excremente werden durch ein eisernes Röhrennetz unter Anwendung von Luftdruck, das Haus-, Gewerbe-, Regen- oder Grundwasser dagegen vermittelst kleiner Steingutröhren aus der Stadt geschafft. Die Regelung des Grundwasserstandes erfolgt durch einfache Drainröhren, welche in die vorhergenannten Steingutröhren einmünden.

Das Auspumpen der Luft aus den eisernen Röhren, resp. den Reservoirs besorgt eine außerhalb der Stadt in dem Maschinenhause befindliche Luftpumpe, welche pro Hectar Stadt durchschnittlich 3/5 Pferdekraft erfordert. Die durch Anwendung des Luftdruckes aus der Stadt geschafften menschlichen Excremente gelangen in das Maschinenhaus, in welchem sie entweder in Gruben gesammelt und von diesen aus in reinem Zustande an die Landwirthe verkauft werden, oder in welchem nach dem neusten und vollkommensten Projekt des bewährten Erfinders ihre sofortige Verarbeitung in Vacuumpfannen zu einer werthvollen Poudrette stattfindet, wie letzteres in Dortrecht mit vorzüglichem Erfolge versuchsweise ausgeführt ist und wahrscheinlich 1882, wenn das Röhrennetz genügende Ausdehnung erhalten hat, voll in Anwendung gebracht werden wird. Eine weitere Beschreibung des Liernur'schen Systems ist ohne genaue Zeichnungen nicht gut zu geben.

Für die Fortschaffung des Haus-, Regen- ꝛc. Wassers, welches durch ein ganz feines Drahtnetz von Messing filtrirt wird, das durch eine eigenartige Vorkehrung sich nicht verstopfen kann, sind weit engere Röhren verwendbar, als dies das Kanalisations-System möglich macht, weil diese Wässer stets auf dem kürzesten Wege in der Richtung des stärksten Gefälls dem nächsten Flusse zugeführt werden können. Diese Kanäle brauchen zu dem, da sie nur gereinigtes Wasser fortschaffen, für Arbeiter nicht begehbar zu sein, können somit aller Einsteigeschachte, Seiteneingänge, Stauvorrichtungen, Spülthüren ꝛc. entbehren. Liernur braucht statt

dieser Vorkehrungen nur kleine Röhren zum Ein- und Austritt der Luft.

Eine anderweitige sinnreiche Vorrichtung dient wesentlich zur Beförderung der Stromgeschwindigkeit in den Kanälen. Liernur bringt nämlich dütenförmige Röhren senkrecht auf den Kanälen stehend, zur Aufnahme des Regenwassers an, welche er Injectoren genannt hat.

Aus allen diesen Gründen bedarf Liernur für Fortschaffung des gereinigten Haus-, Gewerbe- rc. Wassers keiner großen Kanäle, sondern es genügen hierzu Röhren von Steingut. Daß unter diesen Umständen bei der Anlage bedeutende Capitalien gespart werden, bedarf des Nachweises weiter nicht.

Angeführt mag hier nur werden, daß die Frankfurter Schwemmkanäle ohne den Kostenbetrag für die Wasserleitung — des Extraspülwassers — rund 63 Mark pro Meter Straße gekostet haben, während die soeben beschriebenen Röhren mit allen Einrichtungen incl. des Drainrohrnetzes für die Regulirung des Grundwassers pro Meter nur 25—35 Mark kosten.

Das Liernur'sche System ist bis jetzt bekanntlich in Leyden, wo es bis 1880 für 1300 Einwohner, in Amsterdam, wo es bis zu dem genannten Jahre für 30000 Einwohner und in Dortrecht (hier für 3000 Einwohner) eingeführt worden; in allen drei Städten wird weiter gebaut.

Was nun die Kosten der Anlage anbetrifft, so liegt mir ein Amsterdamer Magistratsbericht vom 18. März 1878 vor, nach welchem die pneumatische Röhrenleitung, alles complet, pro Meter Straße 25 Mark gekostet hat.

Hiernach stellt Liernur für eine Stadt von 200 Hectar à 200 Meter Straße pro Hectar folgende Kostenberechnung auf.

Pneumatische Röhrenleitung 25×200×200	Mark	1,000,000
Hierzu kommt für das allgemeine Maschinengebäude mit allem Zubehör, einschließlich der nöthigen Poudrette-Apparate rund	„	750,000
	Mark	1,750,000
Hierzu für Entwässerungskanäle incl. Drainröhren berechnet zu dem Durchschnittspreis von 30 Mark pro Meter ergiebt pro 40,000 Meter	„	1,200,000
Gesammtkanalisationssystem . .	Mark	3,000,000
Es ergiebt dies vertheilt über 50,000 Einwohner 60 Mark pro Einwohner à 5% Verzinsung und Amortisation	„	3

Mit Zugrundelegung der in Amsterdam und Dortrecht gemachten Erfahrungen wäre nun auf folgende Betriebsspesen zu rechnen:

Brennmaterial im Ganzen pro Jahr . .	Mark	38,500 —
Schmiermittel und Packung	„	1,933 —
Schwefelsäure	„	33,000 —
Betriebspersonal:		
Tag- und Nachtdienst, Direction, Maschinisten, Heizer, Poudrettearbeiter zusammen 31 Mann	„	38,500 —
Bureauspesen	„	1,500 —

Gasbeleuchtung	Mark	2,000 —
Tägliche kleine Reparaturen	„	5,400 —
Unvorhergesehenes	„	2,517 —
Erneuerungsfonds	„	47,950 —
Gesammtbetrieb . . .	Mark	171,450 —
Vertheilt auf 50,000 Einwohner ergiebt dies rund	Mark	3,50
Mit Verzinsung des Baucapitales mit obigen 3 Mark zusammen	Mark	6,50

Diesem Kostenpunkte gegenüber steht der Werth der zu Poudrette verarbeiteten Excremente, welcher pro Kopf und pro Jahr sich wenigstens auf 6 Mark 50 Pf. berechnet, so daß beim Liernur'schen Systeme volle Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals stattfindet.

Zur Begründung des letzteren Ausspruches, daß die Poudrette Liernur's 6 Mark 50 Pf. wenigstens werth sei, führe ich einige Analysen derselben in folgendem an. (Tabelle p. 260).

Das Liernur'sche System hat von Seiten der Verehrer der Schwemmkanalisation die gröbsten und unverantwortlichsten Angriffe erfahren. Männer mit Namen von sonst gutem Klang haben dies System verurtheilt, ohne es wirklich zu kennen, sie acceptirten ohne gründliche persönliche Prüfung, was ihnen von einer Seite gesagt wurde, von der sie annahmen — so muß man wenigstens voraussetzen — daß es dieser genügend bekannt sei. Daß aber auch gegen besseres Wissen dem Liernursystem unbegründete Vorwürfe gemacht sind, ist leider ebenfalls eine nicht abzuleugnende Thatsache. Man hat z. B., um hier nur einiges zu erwähnen, behauptet, daß die sog. Kothverschlüsse der pneumatischen Aborte sanitär gefährlich seien, obgleich dieses physikalisch unmöglich und auch von Hygienikern ersten Ranges bestimmt in Abrede gestellt ist; diese sog. Kothverschlüsse waren aber nur bei den ersten Versuchsanlagen und sind später in Wegfall gekommen.

Ferner ist die Möglichkeit einer Dienstversagung gewisser Ventile in der Rohrleitung hervorgehoben worden, trotzdem diese Ventile nur bei der Versuchsanlage angebracht sind, während sie dagegen bei der definitiven Ausführung weder jetzt vorkommen, noch jemals angebracht sind.

Als Berlin sich zu entscheiden hatte, welches System acceptirt werden sollte, kam in dem Generalberichte in Betreff der Kosten, die die Anlage verursachen würde, der kleine Rechenfehler von ca. 8 Millionen Thalern zu Ungunsten dieses Systems vor, ebenso waren die Betriebskosten ca. siebenfach zu hoch veranschlagt.*) Eine sachverständige Prüfung der von Liernur für

*) Bei der Berechnung der Kosten des Abfuhrsystems war in dem Generalberichte ebenfalls ein Rechenfehler enthalten, der dies System um ca. 2,800,000 Thlr. theurer erscheinen ließ, als es in Wirklichkeit ist.

Analytiker:	J. Mouton u. Sohn (Haag)	Kluit und Van de Ven (Dortrecht)	J. Steensma (Breda Holland)	E. W. Davy (Dublin)	R. Fresenius (Wiesbaden)	Th. Petersen (Frankfurt a. M.)	A. Emmerling (Frankfurt a. M.)	G. Kühn (Möckern)	G. Kühn (Möckern, durch Liernur erhalten.
Wasser	16,84	21,70	22,50	15,86	14,82	15,13	16,60	20,23	17,10
Stickstoff als Ammoniak .	} 7,80	7,02	4,26	} 6,32	5,70	} 8,11	5,93	5,92	5,72
" " org. Verb. . .			2,44		1,86		1,87	1,48	1,01
Phosphorsäure	2,0	2,20	1,60	6,85 (Phosphat)	2,66	2,76	2,68	2,57	2,92
Alkalien	—	—	8,27	18,64 (Alk. Salze)	—	8,52 davon 3,43 Kali	9,18 davon 3,18 Kali	3,49 Kali	8,86 Kali
Schwefelsäure	—	—	—	2,40	—	—	9,54	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Sand und erdige Stoffe .	16,72	25,64 (Asche)	—	1,94	26,86 (Glührückst.)		—	0,65 (Sand) 29,76 (Asche)	1,18 (Sand) 30,75 (Asche)
Kupferoxyd								0,79	1,07

Berlin eingereichten Pläne hat nie stattgefunden, ebenso ist ein Versuch im Kleinen, wie es von Virchow proponirt worden, ebenfalls unterblieben. Man hat in Berlin die Schwemmkanalisation um jeden Preis durchsetzen wollen.

Unter diesen Umständen erscheint es gewiß gerechtfertigt, wenn ich an dieser Stelle einige Antworten des Magistrats von Amsterdam anführe, welche am 14. Aug. 1880 unterschrieben von van Tienhoven als Bürgermeister und de Neufville als Secretair auf Fragen gegeben sind, welche vom Geheimen

Medicinalrath Dr. A. Schultz, als Stadtverordneten Berlins und Vorsitzenden des Ausschusses zur Vorberathung über die Ausdehnung der Kanalisation auf das 6. und 7. Radialsystem gestellt worden waren.

Frage: Functionirt die Rohrleitung da, wo stationäre Maschinen und selbstwirkende barometrische Fäcalverschlüsse anstatt der früheren provisorischen Einrichtungen (wie Schwimmbälle ꝛc.) angewandt sind, in einer technisch vollständig befriedigenden Weise, d. h. geht die Operation unter gleichzeitiger Entleerung aller angeschlossenen Abortröhren ohne Störung vor sich?

Antwort. Da, wo selbstwirkende barometrische Fäcalverschlüsse anstatt Schwimmbällen in den Hausanschlußröhren angebracht sind, erfolgt die gleichzeitige Entleerung, ungeachtet der Anzahl dieser Anschlußröhren pro Hauptrohr, oder die Länge des letzteren (welche in einem Fall 265 m und mit seiner Verästelung 357 m erreicht) immer geregelt. Auch kann dieses von allen Hauptröhren, mit nur zwei Ausnahmen, constatirt werden. Diese Ausnahmen dürften jedoch bei einer Zahl von 1370 angeschlossenen Grundstücken kaum in Betracht kommen, umsomehr, da es zur Zeit der Anlage bisweilen an genügendem Aufsichtspersonale gemangelt hat und somit keine Sicherheit über die Ausführung vorhanden ist. Im Allgemeinen ist die zuverlässige Wirksamkeit der barometrischen Verschlüsse völlig anerkannt.

Frage 2: Hat besagte Einrichtung bei legitimem Gebrauch der Aborte nachweisbar jemals ihren Dienst versagt?

Antwort: Die Erfahrung lehrt, daß weder in den Rohrleitungen, noch in den Aborten Verstopfungen durch die Fäcalien vorkommen. Ausnahmsweise findet bisweilen in den Aborttrichtern, auf welche indessen das Vacuum nicht einwirkt, Verstopfung durch Papier statt.

Frage 3: Hat die Verstopfung eines Abortsyphons je eine Dienstversagung der übrigen mit der Rohrleitung in Verbindung stehenden Aborte zur Folge gehabt, oder war die Dienstversagung nur auf die mißbrauchten Aborte beschränkt?

Antwort: Die Verstopfung eines Abortes durch Einwerfen von darin nicht gehörigen Gegenständen verhindert niemals die geregelte Entleerung der übrigen mit dem nämlichen Hauptrohre verbundenen Aborte.

Frage 6: Functionirt die Rohrleitung in technischer Beziehung befriedigend, gleichviel ob eine massenhafte Verdünnung der Stoffe stattfindet, oder aber ein Wasserzusatz bei den Aborten durchaus vermieden wird?

Antwort: Es macht erfahrungsmäßig keinerlei Differenz, ob in den Abort blos menschliche Abgänge gelangen, oder ob eine große Verdünnung derselben stattfindet, indem in beiden Fällen eine Entleerung geregelt vor sich geht. Es läßt sich dieses dadurch erklären, daß die abzuführenden Massen durch den beim Oeffnen des Hauptrohrhahnes stattfindenden Luftstoß zersprengt und darnach in der Form großer Tropfen von dem sich einstellenden Luftstrom weiter geschleudert resp. in das Reservoir geführt werden. Eine größere oder geringere Consistenz der flüssigen Massen ist demnach gleichgültig, was nicht der Fall sein würde, wäre zu deren Fortbewegung durch Luftdruck entweder die Bildung von Pfropfen oder die eines schnell fließenden Stromes in dem Hauptrohre nöthig.

Frage 7: Was lehrt die Erfahrung in Bezug auf das Luftdichtbleiben der Leitungen; — hält dies schwer und was sind die Kosten?

Antwort: Die Rohrleitungen halten sich selbst dicht. Die Tendenz

des Vacuums ist, etwaige Risse zu verschließen, da keine Luft einströmt, ohne umringende Erdtheilchen mitzureißen und in die Risse hineinzudrücken. Der luftdichte Zustand ist auch durch chemische Analyse bewiesen worden, indem sich die gesammelten Stoffe frei von Grundwasser erwiesen haben.

Frage 8: Was lehrt die Erfahrung in Bezug auf das Freibleiben der inneren Rohrwandungen von Excremental-Incrustationen; halten die Röhren sich selber rein oder müssen sie wie Schwemmkanäle periodisch durch Ausfegen mit Bürsten und sonstigen Geräthen von Sedimentar-Ansammlungen befreit werden?

Antwort: Die Röhren halten sich bis jetzt ebenfalls von Excremental-Incrustationen und Sediment-Ablagerungen frei, Ausfegen mit Bürsten und derlei Geräthen, wie bei Schwemmkanälen, ist niemals nöthig gewesen.

Frage 13: Haben sich in den Häusern oder den Straßen jemals Mißstände, wie Gestank 2c. bemerkbar gemacht, wenn die Ausführung in voller Uebereinstimmung mit den Plänen geschehen war, namentlich mit Bezug auf spätere resp. nicht provisorische Einrichtungen?

Antwort: In den Häusern und Straßen, wo die Einrichtungen genau nach den von Herrn Liernur für das definitive System gelieferten Plänen ausgeführt sind, haben sich mit einzelnen Ausnahmen niemals Mißstände bemerkbar gemacht. Mißstände wie Rauch, Gestank, Hemmung des Verkehrs, Dienstversagung von Apparaten 2c. waren immer mit den provisorischen Zuständen des Versuchsstadiums oder mit Mißbrauch verknüpft.

Frage 14: Haben die von dem Capitain Liernur mit den Plänen gelieferten Kostenüberschläge sich stets richtig erwiesen, oder haben bei der Ausführung der Pläne Ueberschreitungen stattgefunden; eventuell wie oft und wie groß?

Antwort: Die von Herrn Liernur gelieferten Kostenüberschläge haben sich bewährt und sind beinahe ohne Ausnahme gegen die Kosten der Ausführung zurückgeblieben.

Diese officiell gegebenen Angaben über das Liernur'sche System, sind derart bestimmt und klar, daß jetzt jeder Angriff gegen dasselbe, mag derselbe nach irgend welcher Richtung hin erfolgen, ein total ungerechtfertigter ist. Das Liernur'sche System muß als das vollkommenste System für die Städtereinigung bezeichnet werden.

§. 143.

Anhang.

Das Feuer-Closet.

Von A. Scheiding ist ein sog. Feuer-Closet und ein Abdampfapparat construirt worden, welcher auf dem Principe beruht, die menschlichen Auswurfsstoffe sofort nach dem Freiwerden auf einfache Weise zu entfernen, und die in sanitärer Beziehung gefährliche Wirkung derselben durch Feuer zu vernichten, „ohne daß dieselben ihre Vortheile für die Bodenkultur verlieren.“?

Zu diesem Zwecke wird im Souterrain des Wohnhauses an der Stelle, wo vertical über derselben in den betreffenden Etagen der Abort eingerichtet ist, der Closetofen aufgestellt. Das senkrecht zu leitende Abfallrohr von emaillirtem Eisen oder glasirtem Thone mit oben von etwa 0,16 m lichter Weite, erweitert sich nach unten conisch und führt die Excremente unmittelbar dem Verbrennungsapparate zu. Koth und Harn werden für sich aufgefangen und verarbeitet. Die Abfallrohre sind mit Dunstrohr, ähnlich wie beim Tonnensystem versehen. Der Closetofen besteht in dem Verbrennungsofen für die feste Masse und in dem mit demselben zusammenhängenden Apparat zum Abdampfen des Urins. Von der Verarbeitung der Massen sagt der Erfinder: „Das Feuer bestreicht, indem es auf seinem Wege die Kothmassen mit Zuhülfenahme der in denselben enthaltenen eigenen Brennstoffe in Asche verwandelt, die seitlich aufgestellten Abdampfpfannen, verdampft den darauf sich selbstthätig gleichmäßig vertheilenden Urin, um von da seinen Weg mit den frei gewordenen Gasen in einen benachbarten Schornstein zu nehmen." Der Apparat soll auch mittelst einer Einrichtung am Heerde der Art zu handhaben sein, daß die festen Stoffe nicht verascht, sondern nur getrocknet werden.

Für 200 Personen sollen die Feuerungskosten nur 15—20 Pf. pro Tag betragen und der Apparat täglich 1—2 Stunden in Thätigkeit sein.

Der Gedanke, die menschlichen Excremente gleich nach ihrer Entleerung durch Feuer unschädlich zu machen, hat theoretisch manches Bestechende für sich, in der praktischen Ausführung stellen sich demselben aber doch wohl mannigfache Schwierigkeiten entgegen. Abgesehen davon, daß jedes Haus im Souterrain eine besondere Feuerstelle haben muß, denn die Verbindung mit einer anderen, wie sie sich der Erfinder denkt, möchte doch wohl auf Unannehmlichkeiten stoßen, ist das Abdampfen, resp. die Veraschung der menschlichen Excremente doch nicht so einfach, wie die Beschreibung des Erfinders glauben läßt. Bei der Veraschung des Kothes gehen die organischen Bestandtheile und mit diesem der Stickstoff verloren, der Koth wird hierdurch entwerthet und außerdem bilden sich sehr übelriechende Gase die wahrlich nicht dazu beizutragen im Stande sind, den Wohlgeruch der Luft zu vermehren. Das Abdampfen des Urins ist ferner so einfach nicht, wie dies jeder, der mit demselben im Laboratorium gearbeitet, zur Genüge erfahren hat.

Hierbei findet zunächst, was sehr wichtig ist, die Zerstörung schädlicher Organismen (Pilze) nicht statt; ferner verursacht das Entfernen des eingedickten Harnes von den Pfannen wesentliche Schwierigkeiten und die nicht voll vom Wasser befreite Masse — sie vollständig wasserfrei zu machen, ist bei dem Verfahren nicht möglich — kann in diesem Zustande nicht lange aufbewahrt werden, da sie sich schnell zersetzt, daher ist schnelle weitere Verarbeitung resp. Verwendung nothwendig. Tritt schließlich beim Eindampfen des Urins eine theilweise Verkohlung ein, was

wohl schwer ganz verhindert werden kann, so entstehen, abgesehen davon, daß die Masse dadurch an Düngewerth verliert, außerordentlich stinkende Gase, welche die Luft im hohen Grade verpesten würden.

5. Behandlung der menschlichen Excremente. — Desinfection.

§. 144.

a. Allgemeines.

Wir haben in einem der vorigen Paragraphen die leichte Zersetzungsfähigkeit der menschlichen Excremente, sowie die Gefährlichkeit der dadurch entstehenden Producte für die menschliche Gesundheit kennen gelernt und hierdurch zugleich die Nothwendigkeit der Desinfection derselben vor Allem da, wo nicht für ihre baldige Entfernung aus den Wohnhäusern und der Stadt Sorge getragen ist, resp. zu Zeiten epidemischer Krankheiten dargethan. Die Zahl der zur Desinfection der menschlichen Excremente vorgeschlagenen Mittel ist eine sehr große, so daß es unmöglich ist, hier alle besprechen zu können; es ist dies aber auch nicht nothwendig, da viele der in Vorschlag gebrachten Desinfections-Mittel ihre Aufgabe nicht lösen und manche zu den sogenannten Geheimmitteln gehören. Ich werde daher nur einige der wichtigsten kurz besprechen und andere nur dem Namen nach nennen.

Die Aufgabe der Desinfectionsmittel ist, die Zersetzung der Auswurfsstoffe zu verhindern resp. die bereits vorhandenen Zersetzungsproducte zu zerstören oder zu binden und so unschädlich zu machen.

Die vorgeschlagenen, resp. in Anwendung gekommenen Desinfectionsmittel kann man nach ihrer Wirkung in 3 Gruppen eintheilen; diese sind:

a. Desodorisirende, d. h. solche, welche die unangenehmen oder schädlichen Gerüche beseitigen,

b. desinficirende, d. h. solche, welche die Massen derartig verändern, daß die Verbreitung von Ansteckungsstoffen verhindert wird und

c. antiseptische, d. h. solche, welche die Zersetzung — Gährung oder Fäulniß — der Massen überhaupt verhüten.

Hieraus folgt, daß für den vorliegenden Zweck nur die desinficirend und antiseptisch wirkenden Körper von Nutzen sein können.

Die Excremente gesunder Menschen reagiren entweder sauer, neutral oder schwach alkalisch; bei der Zersetzung tritt die alkalische Reaktion auf; die Auswurfsstoffe von Cholerakranken reagiren frisch neutral oder schwach alkalisch.

Nach Pettenkofer wird die ammoniakalische Gährung verhindert, wenn die Excremente nicht alkalisch werden können; hiernach würden alle diejenigen Körper, welche eine saure Reaction der Massen bewirken, ihre Aufgabe lösen, dies wären Säuren oder saure Salze. Da aber eine Anzahl von Säuren und sauren Salzen nur desodorisirend wirkt, so können daher nicht alle Körper, welche eine saure Beschaffenheit der Massen herbeiführen, wirkliche Desinfectionsmittel genannt werden.

Die Anwendung von Desinfectionsmitteln ist nur da erforderlich, wo die Excremente längere Zeit in der Nähe der Wohnhäuser verbleiben, also vor allem bei den Grubensystemen; bei den Tonnensystemen und dem Liernur'schen Systeme wird im Allgemeinen eine Desinfection nicht erforderlich sein; sie ist nur zu Zeiten nothwendig, wo epidemische Krankheiten herrschen; dasselbe gilt in Betreff des Schwemmkanalisations-Systems.

Von den vorgeschlagenen Desinfectionsmitteln mögen hier die folgenden kurz besprochen werden.

§. 145.

b. Die Carbolsäure (Phenol, Phenylsäure, auch Steinkohlenkreosot genannt).

Diese Säure, welche von Pettenkofer in Vorschlag gebracht ist, ist an erster Stelle zu nennen, da sie einerseits wirklich antiseptisch wirkt, andererseits die Wirksamkeit starker Mineralsäuren ohne deren Nachtheile besitzt, indem sie die Massen sauer macht, aber bei Verdünnung Eisen und Zink gar nicht und Mörtel nur wenig angreift, außerdem verdeckt dieselbe noch den Geruch der Excremente.

Von der Carbolsäure genügen verhältnißmäßig geringe Mengen, um die menschlichen Excremente zu desinficiren. Bei Anwendung in wässriger Lösung (1 Theil auf 20 Theile Wasser) reicht nach Pettenkofer $^1/_2$ ℔ dieser Lösung hin, um die täglichen Ausleerungen von 4 Personen bis zur Entfernung aus den Wohnungen vor Zersetzung zu schützen. Daß die Carbolsäure ein wirkliches Antisepticum ist, beweisen die Versuche von Crace-Calvert, W. Crookes, Angus Smith und Sansom. Bei Versuchen mit Fleisch und Mehlkleister, welche Crace-Calvert machte, blieben beide vollkommen unzersetzt bis sie gänzlich eingetrocknet waren.

Die Carbolsäure ist bekanntlich ein Hauptbestandtheil des schweren Steinkohlentheeröles, weshalb die Verwendung von Theer zum Anstreichen der Tonnen im Innern sehr zu empfehlen ist und mir geeigneter als Oelfarbe erscheinen will.

Die Carbolsäure ist einerseits in den verschiedensten Formen als Desinfectionsmittel zur Verwendung gelangt und anderseits ein Bestandtheil vieler Desinfectionsmittel.

So hat Homburg Desinfectionstafeln eingeführt: sie bestehen aus Pappe, welche mit Carbolsäure wie ein Schwamm vollgesogen sind (1 Quadratmeter enthält fast ein Kilogramm roher Säure, fast das $1^1/_2$fache des Gewichtes der Pappe). Diese Tafeln sollen sehr bequem in der Anwendung sein.

Liebreich, Schür und Wichelhaus empfehlen Carbolsäurewasser (1 Theil reiner krystallisirter Säure auf 100 Theile Wasser) und ein Carbolsäurepulver (100 Theile Torf, Gyps, Erde, Sand, Kohlenpulver mit 1 Theil Carbolsäure).

Schrader und Behrend liefern ebenfalls ein Carbolsäurepulver (Kieselsäure mit 10% Phenol), von dem 1 Grm. pro Person und Tag zur Desinfection genügen soll.

Ziurek empfiehlt 100 Theile Kalk mit Wasser zu lösen und dem erkalteten Pulver 5 Theile Carbolsäure zuzumischen.

Crookes wendet Carbolsäure an, in welche schweflige Säure geleitet worden ist.

Ich führe noch an, daß zur Desinfection der Excremente keine reine Säure erforderlich ist und daß 1 Kilo roher 60% Säure jetzt 55—60 Pf. kostet; bei größeren Einkäufen natürlich noch billiger.

§. 146.

c. Eisenvitriol.

Der Eisenvitriol, schwefelsaures Eisenoxydul, ist ein sehr vielfach angewendetes Desinfectionsmittel. Der gewöhnliche Eisenvitriol, welcher stets schon Eisenoxydsalz enthält, reagirt sauer und nimmt durch weitere begierige Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft, wodurch gelbbraunes, halbschwefelsaures Eisenoxyd, das zu Boden fällt und gelöst bleibendes braunes, dreifachsaures Salz gebildet wird, fortwährend an saurer Reaction zu. Der Eisenvitriol vermag somit die Excremente sauer zu machen und so ihre ammoniakalische Zersetzung zu verhindern, bindet ferner das bereits gebildete kohlensaure-Ammoniak und das Schwefelwasserstoffgas, durch Entstehung von schwefelsaurem Ammoniak und Schwefeleisen. Der Eisenvitriol wirkt hiernach desodorisirend, ist somit nur in dem Falle ein wirkliches Desinfectionsmittel, wenn Pettenkofer's Angabe, daß bei saurer Beschaffenheit der Massen keine Zersetzung stattfindet, richtig ist.

Gegen die Anwendung des Eisenvitriols zur Desinfection der menschlichen Excremente ist ferner noch einzuwenden, daß dadurch für die spätere Verwendung derselben zur Düngung Nachtheile entstehen. Das Eisenoxydul ist, wie bereits früher, speciell Bd. I. p. 562, ausgesprochen, ein Pflanzengift, mithin ist eine Verwendung der mit Eisenvitriol behandelten Fäcalien erst dann

möglich, wenn das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelt ist. Da nun diese Oxydation des Eisenoxyduls bei Luftzutritt stattfindet, so müssen die mit Eisenvitriol desinficirten Excremente so lange compostirt werden, bis das der Vegetation schädliche Eisenoxydul zu Oxyd, einem nicht nachtheiligen, sondern eher nützlichen Körper, oxydirt ist.

Was die Menge des anzuwendenden Eisenvitriols anbetrifft, so kann dieselbe nicht, wie es vielfach geschehen, nach der Menge des sich aus dem Stickstoff der Excremente bildenden Ammoniaks berechnet werden, da ja der Eisenvitriol die Excremente vor Zersetzung schützen soll und dieselben in den Gruben ja auch nicht so lange verbleiben, bis sie vollständig zersetzt sind.

Die Menge des anzuwendenden Salzes richtet sich darnach, ob die ammoniakalische Gährung bereits eingetreten ist, oder nicht; im ersteren Falle ist natürlich bedeutend mehr, als im letzteren erforderlich. Man muß so viel hinzufügen, daß der Geruch nach Ammoniak und Schwefelwasserstoff verschwindet und die Masse sauer reagirt.

Bei den frischen Excrementen genügen nach Pettenkofer pro Person und Tag 25 Grm., welche dieselben nach diesem Forscher monatelang vor der ammoniakalischen Zersetzung bewahren sollen; dies würde für das Jahr bei gleichmäßiger Anwendung 18¼ ℔ ausmachen, da aber die Zersetzung in den kalten Wintermonaten gehindert ist, so kann man die für das Jahr erforderliche Menge auf 1/9—1/8 Ctr. anschlagen, was einen Kostenpreis von höch- 70 Pf. pro Person machen würde (Ctr. = 4,5—6,6 Mark.)

Der Eisenvitriol wird am besten in Lösung angewendet; ein Theil desselben löst sich in 1,6 Theile kalten Wasser.

§. 147.

d. Aetzkalk — das Mosselmann'sche und Müller-Schür'sche System.

Die Anwendung des Aetzkalkes ist zuerst von Payen vorgeschlagen, sodann von A. Müller und dann hierauf das Mosselmann'sche und das Müller-Schür'sche System basirt. Da der Aetzkalk eine starke Basis ist, so muß zunächst das bereits in den Fäcalien gebildete Ammoniak durch denselben freigemacht werden und so verloren gehen. Der Aetzkalk könnte nur bei ganz frischen Excrementen Verwendung finden und hier auch nur, wenn er auf dieselben, wie Payen anführt, wirklich conservirend wirkte. Nach den Versuchen von J. Neßler trifft aber diese Annahme nicht zu.

Neßler brachte 100 Grm. Aetzkalk in 100 Cc. frischen Harn, sowie 180 Grm. Fäces in 90 Grm. Aetzkalk in nach dem Anmischen geschlossene Gefäße, durch welche täglich 9 Liter Luft geleitet, die nach dem sie die Gefäße passirt, durch titrirte Schwefelsäure geführt wurde.

Folgende Ammoniakmengen wurden hierbei verflüchtigt:

Tag an welchem titrirt wurde:	bei dem Harn: Grm.	bei den Fäces: Grm.
23. Decbr.	0,085	0,0014
24. "	0,056	—
25. "	0,016	—
3. Januar	0,014	0,0160
24. "	0,016	0,0500
12. Februar . . .	0,007	0,0245
zusammen Ammoniak	0,194	0,0919

Da der frische Harn wenig oder gar kein Ammoniak enthält, so geht hieraus hervor, daß der Harnstoff des Urins durch die Einwirkung von Aetzkalk zum Theil zersetzt und in Ammoniak übergeführt wird und ferner, daß auch bei der Behandlung des Kothes mit Aetzkalk ein wesentlicher Verlust an Ammoniak stattfindet. Es folgt somit hieraus, daß der Aetzkalk auf die organischen Bestandtheile der Excremente auf die Dauer nicht conservirend einwirkt.

Zu Gunsten des Aetzkalkes ist anderseits anzuführen, daß derselbe bedeutende Mengen von Wasser bindet.

Bei dem Mosselmann'schen System wird die Aufsaugung der Auswurfstoffe in Tonnen bei Trennung der flüssigen von den festen in Verbindung mit der Anwendung von Aetzkalk bewirkt.

100 Theile gebrannter Kalk verflüchtigen ca. 25 Theile Wasser und verbinden sich mit 50 Theilen theils chemisch theils mechanisch, so daß ungefähr 75 Theile Wasser verschwinden.

Mosselmann wendet das doppelte Gewicht Kalk zu den flüssigen Fäcalien an und erhält so ein im Volumen 2½mal so großes Kalkpulver, mit welchem er dasselbe Volumen Fäces vollständig einzuhüllen und transportabel zu machen im Stande ist.

Diesem Systeme, das z. B. in Turin (Kaserne) und in Paris (Grand Hôtel) eingeführt ist, steht, außer dem oben in Betreff des Ammoniak-Verlustes Angeführten, noch für seine allgemeine Anwendung der außerordentlich große Kalkverbrauch und die zu große Kalkbereicherung des Boden entgegen.

Für Berlin berechneten v. Salviati, Eichhorn und Röder in ihrem Berichte vom Jahre 1868 233733 Tonnen à 4 Scheffel.

100 Theile der nach dem Mosselmann'schen Systeme erhaltenen Dungmasse enthalten 28,57—32,25% gebrannten Kalk (H. Villoguin); dem Boden werden somit bei einer Düngung von 115—237 Kbf. pro Morgen 35,6—73,5 Kbf. gebrannter Kalk einverleibt.

Erwähnt muß ferner noch werden, daß dieser Kalkzusatz die Kosten der Dungmasse wesentlich steigert und daß durch denselben ferner die Möglichkeit eines weiteren Transportes vermindert wird.

Das Müller-Schür'sche System, welches in Stettin eingeführt ist, beruht ebenfalls auf Closeteinrichtungen mit Trennung der festen von den flüssigen Stoffen. Die festen Excremente werden durch Ausstreuen von Kalk- und Holzkohlenpulver getrocknet und geruchlos gemacht. Der Urin dagegen durch saure Torferde, welcher

noch saure Stoffe oder saure schwefelsaure Magnesia zugesetzt wird, filtrirt und das Filtrat dann in den Rinnstein geleitet.

Bei frischer Verwendung des Urins wird hierbei ein Theil des Stickstoffes verloren gehen, und so eine spätere Zersetzung in den Rinnsteinen erfolgen.

Holzkohle besitzt im hohen Grade das Vermögen Gase, sowie flüssige oder in Flüssigkeiten gelöste feste Körper zu absorbiren; ferner ist für ihre günstige Wirkung bei der Desinfection ihre antiseptische Eigenschaft zu nennen.

§. 148.

e. Gyps.

Der Gyps eignet sich zur Desinfection der menschlichen Excremente in den Wohnungen nicht, da er nur das bereits gebildete Ammoniak zu binden und in etwas die Zersetzung zu verlangsamern vermag. Empfehlung verdient der Gyps bei der späteren Verarbeitung resp. Anwendung der Excremente in der Landwirthschaft.

Von einem Herrn Hellriegel (nicht Professor H. Hellriegel) ist in Berlin ein Project vorgeschlagen, nach welchem er die zur Aufnahme der Excremente bestimmten Gefäße aus gebranntem Gyps herstellen, die Excremente in denselben mit Gyps behandeln, die gefüllten Gefäße mit einem Gypsdeckel schließen und dann später mahlen und so in ein Dungpulver, das pro Ctr. zu 1,20 Mark verkauft werden soll, überführen will. Abgesehen von allem anderen, welche enormen Mengen von Gyps würden so wohl erforderlich sein!

§. 149.

f. Chlorkalk.

So sehr empfehlenswerth der Chlorkalk zur Desinfection von Wohnräumen &c. ist, so wenig ist er es zu jener der Kloaken, da er alkalisch ist. Der Chlorkalk kann hier nur zur Zerstörung der bereits gebildeten giftigen Stoffe dienen.

Anwendung von Chlorkalk und Eisenvitriol (Fleck) ist noch viel weniger zu empfehlen, da beide sich gegenseitig zersetzen, so daß im Wesentlichen Eisenoxydhydrat entsteht.

§. 150.

g. Die Süvern'sche Desinfectionsmasse.

Diese Desinfectionsmasse besteht aus Kalk, Chlormagnesium, Theer und Wasser und zwar haben sich nach den in Berlin mit

derselben angestellten officiellen Versuchen die folgenden Mengen der einzelnen Stoffe als am geeignetsten herausgestellt:

240 Theile Wasser
100 „ Kalk
10 „ Chlormagnesium
und 6 „ Theer.

Der Kalk soll in dieser Masse die Zerstörung und Verhinderung des organischen Lebens bewirken: er veranlaßt einen Niederschlag, in dem sämmtliche Organismen enthalten sind; das Chlormagnesium soll das durch den Kalk freigemachte Ammoniak, sowie die Phosphorsäure binden und der Theer antiseptisch wirken.

Werden die genannten Körper gemischt, so befinden sie sich in der Mischung nicht in der Form, in welcher sie angewendet sind, sondern in Folge chemischer Umsetzung besteht die Masse aus Aetzkalk, Steinkohlentheer, Magnesiahydrat und Chlorcalcium, in dieser Form vermag die Masse das Ammoniak nicht zu binden; das Magnesiahydrat kann hierbei vielleicht noch dadurch wirksam sein, daß es beim Ausfallen in feinen Flocken die Sedimentstoffe in sich einschließt und absetzen hilft.

Die Süvern'sche Desinfectionsmasse ist nur da anwendbar, wo die Fäcalien stark mit Wasser verdünnt sind, mithin bei dem Kanalwasser und dem mit vielem Wasser verdünnten Grubeninhalt. Dort, wo das Süvern'sche Verfahren eingeführt ist, finden wir deshalb auch Wasserclosets.

J. Neßler hat mit dieser Masse folgende Versuche angestellt.

Der Inhalt einer Abtrittgrube von dunkelgrüner Farbe und starkem Geruch, an Trockensubstanz 1,837% und an organischen Stoffen und Ammoniaksalzen 1,059% enthaltend, diente zu den Versuchen.

		Trockensubstanz p. M.
1)	1 Liter desselben mit 100 Cc. Mischung	18,37
2)	1/2 „ „ „ 1/2 Liter Wasser u. 100 Cc. der Mischung .	9,18
3)	1 „ „ „ 3 „ „ „ 300 „ „ „ .	4,59

Bei allen 3 trat ein starker Geruch nach Ammoniak auf, der an den ersten 2 Tagen allen anderen Geruch verdeckte, die Flüssigkeit war an Farbe bedeutend heller geworden, färbte sich jedoch nach 3—4 Tagen wieder dunkler und nahm den Latrinengeruch wieder an, allerdings weit schwächer als dieser ursprünglich war.

		Trockensubstanz p. M.
4)	1 Liter Abtrittsdünger auf 10 Liter verdünnt	1,83
5)	1 „ „ „ 20 „ „	0,92
6)	1 „ „ „ 40 „ „	0,40

Alle 3 rochen nach Zusatz von je 100 Cc. Desinfectionsmasse nur schwach nach Ammoniak, waren am folgenden Tage vollständig wasserhell und frei von Latrinengeruch, färbten sich jedoch nach mehreren (No. 6 erst nach 10) Tagen wieder etwas gelb und nahmen den Latrinengeruch nach über 14 Tagen wieder schwach an.

Die von Neßler verwendete Desinfectionsmasse bestand aus 1 T

geschmolzenem Chlormagnesium, 3 ℔ Aetzkalk, 1,4 ℔ Steinkohlentheer und 1 ℔ Wasser.

Das Desinfectionsmittel soll den Kanalinhalt, resp. den verdünnten Inhalt der Gruben in 2 Theile scheiden, von denen der flüssige als vollkommen unschädlich in das nächste öffentliche Wasser gelassen und der feste zur Düngung verwendet werden soll.

Die Erfahrung lehrt aber, daß die Flüssigkeit durchaus nicht soweit gereinigt ist, daß sie ohne Gefahr in öffentliche Wasserläufe gelassen werden kann und daß die sich absetzende Masse, welche durch den Zusatz den Düngerwerth fast ganz verloren hat, vom Landwirthe nicht gekauft wird.

Ich habe das Süvern'sche Verfahren in den neuen Kasernen in Dresden gesehen und kann nur aussprechen, daß die Closets durchaus nicht geruchfrei waren und daß das als unschädlich bezeichnete ablaufende Wasser wahrlich schon dem Augenscheine nach nicht diese Bezeichnung verdiente; Analysen desselben liegen nicht vor.

§. 151.

h. Das Verfahren von Petri. — Fäcalsteine.

Petri liefert zu den Tonnen, Eimern oder Closets ein Desinfectionsmittel, welches vorherrschend in Torf besteht; dieses wird mit den menschlichen Fäcalien zusammengerührt und soll dieselben geruchlos machen. Die lehmartige dunkle Masse wird darauf abgefahren, nochmals durchgerührt, in viereckige Ziegel gepreßt und an der Luft getrocknet. Der Erfinder legt in Betreff der Verwerthung der Fäcalsteine das Hauptgewicht darauf, daß dieselben als Brennmaterial verwendet und die Asche zur Düngung benutzt werden soll. Diese Verwerthung der menschlichen Excremente ist die denkbar schlechteste, denn der so werthvolle Stickstoff und die organischen Bestandtheile gehen dabei vollständig verloren; dann möchten auch die sich beim Verbrennen bildenden höchst stinkenden Gase die Fäcalsteine gerade nicht zu einem gesuchten Brennmaterial machen.

Petri will auch Küchenabfälle, Küchenwasser jeder Art durch sein Verfahren vollständig desinficiren (?), indem dieselben in eine Tonne mit doppeltem Rost geführt werden, wo sich die Zusatzstoffe zwischen den Rosten befinden und die Wässer aus einer unterhalb des 2. Rostes befindlichen Seitenöffnung klar und desinficirt (?) abfließen sollen.

§. 152.

i. Der A. B. C. Proceß.

Dieses Verfahren zur Reinigung des Kanalinhaltes ist bereits p. 255 kurz angeführt worden; hier sei nur noch erwähnt, daß

bei dem A. B. C. Proceß, der seinen Namen von den dazu verwendeten Substanzen erhalten hat, Alaun (alum), Blut (blood) und Thon (clay) benutzt wird. Der nach dem Zusatze der Desinfectionsmasse verbleibende Rückstand (Schlamm) wird getrocknet, zerrieben und dann direct als Nativ-Guano in den Handel gebracht. Die über dem Schlamme stehende Flüssigkeit erscheint klar und geruchlos, eine von Crookes vorgenommene Analyse derselben ergiebt aber, daß sie durchaus noch nicht als rein bezeichnet werden kann und das Hineinleiten derselben in öffentliche Wasserläufe Gefahr bringend sein muß.

Crookes fand in 100,000 Theilen an Trockensubstanz 11,4 an Ammoniak 2,31 und an Gesammtstickstoff 3,06 Theile.

§. 153.

9. Außer diesen bis jetzt mehr oder weniger kurz beschriebenen Desinfectionsmitteln sind noch eine ganze Reihe anderer vorgeschlagen und auch in Anwendung gekommen, welche hier nur noch ganz kurz genannt werden sollen.

1) Holzessigsaures Eisen (Contaret).

2) Eisenchloryd und schwefelsaures Eisenoxyd (Kral).

3) Manganlauge, d. h. Rückstände von der Chlorbereitung (Cotteran).

4) Phosphorsäure und phosphorsaure Magnesia (Blanchard und Chateau).

5) Schwefelsaure Thonerde (Poussier).

6) Die Chloralum-Company in London brachte mit großer Ostentation als Desinfectionsmittel in den Handel:

a. Chloralum (nach Fleck: 82,3% Wasser, 13,9 Chloraluminium, 3,11 Chlorcalcium und Chlorverbindungen von Eisen, Blei und Kupfer.

b. Chloralum-Powder: 52,43%, Chloraluminium, 32,15% Kieselerde und Thon, 11,51% Chlorcalcium, 0,72% Chloroform und Chlorverbindungen von Blei und Kupfer.

c. Chloralum-Wool and Wadding ist Watte mit Chloralum.

7) Schwefelsaures Zink (25%) und schwefelsaures Kupfer, Girondin genannt (J. Meyer).

8) Theer, auf 100 Liter Harn 1 Kilogramm Theer (Perreymond).

9) Gaskalk (Mac Dougall's Desinfectionspulver.)

10) Holzessig und Holztheer und zwar allein oder in Verbindung mit Eisenvitriol oder Zinkvitriol oder auch Mineralölen (Fuchs).

11) Kreosotwasser und eine Lösung von holzsaurem Eisen.

12) Schwefelige Säure (von Hoppe-Seyler für abgeschlossene Räume empfohlen). — Die „Desinfectionsschwärmer" von Magiras sind Patronen, welche mit einem langsam abbrennenden, sehr viel schweflige Säure entwickelnden Pulversatz gefüllt sind.

13) Filtration durch Kohlenasche und Oxydation vermittelst eingepumpter Luft (Rydill.)

14) Kalk und Carbolsäure (J. J. Zeitler).

15) Ein Gemisch von Phenol, Kalk, Thonerde und Eisenoxydhydrat (M. Friedrich).

Die Reihe dieser Desinfectionsmittel ließe sich noch wesentlich vermehren; ich glaube jedoch eine weitere Aufzählung hier unterlassen zu sollen.

Zum Schlusse sei hier noch angeführt, daß nach Wegler der widrige Geruch vor Allem der Diarrhoekothe von einer schon bei 30° flüchtigen Kothsäure herrührt, welche durch Kalkmilch und Kalilauge, nicht aber durch Eisenoxydhydrat, Eisenvitriol und andere Metallsalze gebunden wird.

Auch Petri hat gefunden, daß der unangenehme Geruch der Fäcalien von einer organischer Säure herrührt, die indeß nicht näher bezeichnet wird.

Sicher ist, daß der characteristische Geruch der Fäcalien von gewissen organischen Körpern, wahrscheinlich Fettsäuren, herrührt; nähere Feststellungen über die Natur derselben liegen noch nicht vor.

VI. Anwendung der menschlichen Excremente.

§. 154.

Vorbemerkung.

Obgleich das Vorurtheil von Seiten der Landwirthe gegen die Verwendung der menschlichen Excremente fast ganz gehoben sein wird, mag doch noch, bevor wir zur speciellen Besprechung der Anwendung dieser Dungstoffe übergehen, in Kürze folgendes angeführt werden.

Nach den Versuchen von Hahn (Niederlausitz), Fegebeutel (Westpreußen) und Eisbein (Rheinprovinz) gedeihen nicht nur Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Bohnen, Klee und Lupinen nach Düngung mit den menschlichen Excrementen vorzüglich, sondern ebenso Kartoffel, Rüben, Kohl, Salat u. s. w. Corenwinder theilt ferner mit, daß um Dünkirchen der feinste Spargel ausschließlich in diesem Dünger gezogen wird. Schwarz führt an, daß im südlichen Frankreich aus den Auswurfsstoffen der Galeerensclaven der duftende Muskateller, die schönsten Oliven und die süßesten Feigen gezogen werden. Nach Eisbein wird schließlich der berühmte Blumenkohl von Rosendal in der Art gebaut, daß man neben jeder Pflanze ein Loch macht und 2 Liter Abtrittsdünger hineingießt.

Die Art der Anwendung der Excremente in der Landwirthschaft ist eine verschiedene, wir werden im Nachfolgenden in Kürze die einzelnen Benutzungsarten zu betrachten haben.

§. 155.

A. In flüssiger Form.

a. Als Ueberdüngung.

Die Verwendung der menschlichen Excremente zur Ueberdüngung ist theilweise in China und Japan, sowie auch in den

europäischen Ländern gebräuchlich. Hierbei sind die unverdünnten Excremente mit der 3—4fachen Menge ihres Gewichtes oder Volumens Wasser zu verdünnen, Wasser und Excremente gut zu mischen und dann in der Art, wie die Jauche, über das ganze Feld zu vertheilen.

Als Stärke der Düngung kann man hierbei 14,5 bis 18 Cubikmeter pro Hectar (120—150 Cubikfuß pro Morgen) der verdünnten Masse als das richtige Quantum annehmen.

Der Jauchenvertheiler von Kühn in Dürlach (Baden) ist für diesen Zweck zu empfehlen.

Diese Art der Anwendung eignet sich für Klee, Gras und Wiesennutzungen, sowie für all die Pflanzen, zu welchen man die thierische Jauche benutzt, z. B. Rüben rc. — Nach Eisbein gewährt dieselbe auch bei Tabak, wie dies zwischen Straßburg und Colmar geschieht, sehr gute Resultate.

Geboten ist diese Art der Verwendung überall da, wo die Auswurfstoffe, bevor sie in die Hände des Landwirthes gelangen, bereits mit Wasser verdünnt sind, wie dies z. B. mehr oder weniger in Belgien der Fall ist, oder da, wo die Jauche und die dicke Masse entweder stets oder zu Zeiten für sich verkauft werden z. B. Dresden.

Bei der Rieselfelderwirthschaft ist dies die einzige Art der Verwendung, verursacht aber, wie wir gesehen haben, große Schwierigkeiten und keine pecuniär günstigen Resultate.

In Belgien bestimmt man den Verdünnungsgrad vermittelst Aräometer.

b. Als Bedüngung des Ackers.

Bei dieser Art der Benutzung werden die unverdünnten Excremente, ähnlich wie der Stalldünger, auf dem Felde vertheilt. Zu diesem Zwecke macht man auf dem Acker für je 3 bis 5 Quadratruthen (rund 42—70 Quadratmeter) ein rundes Loch von 2—3' Durchmesser (rund 60—100 Centimeter) und 1' (rund 30 Centimeter Tiefe) und bringt in solches Loch je nach der Stärke der anzuwendenden Düngung 2—4 Kbf. (0,06—0,12 Kbm.) der Dungmasse (14,5—21,18 Kbm. auf den Hectar [120—180 Kbf. per Morgen]); man bedient sich hierbei am besten Fässer von der Größe, daß eins für jedes Loch ausreicht. Aus den Löchern werden die Dungmassen vermittelst hölzerner Schaufeln nach allen Seiten hin so gleichmäßig als möglich vertheilt, dann die in und an den Löchern befindliche, gut gedüngte Erde mit dem Spaten nach allen Seiten hin vertheilt, und schließlich das Loch durch Zustoßen geebnet. Nach dem Ausbreiten müssen die Dungmassen gleich untergepflügt, resp. mit schweren Eggen untergeeggt werden.

Man kann auch, wie dies vielfach der Fall ist, gleich aus

den Tonnen oder Wagen die Vertheilung der Massen auf dem Felde vornehmen. Sofortiges Unterbringen ist natürlich auch bei diesem Verfahren Bedingung.

Kann dem Herausschaffen der Dungmassen aus den Löchern der Pflug nicht gleich folgen, so müssen dieselben in den Löchern so lange, bis dies möglich ist, verbleiben; die Löcher sind in diesem Falle mit Erde zu bedecken.

Die Erfolge dieser Art der Düngung sind ganz ausgezeichnet. Nach Eisbein wenden die cölnischen Gemüsegärtner 32000—48000 Liter pro Hectar an und können in Folge dessen dem Boden in zwei Jahren 5 Ernten (Futterroggen, Schotenerbsen, Weißkohl, Frühkartoffel und Braunkohl) entnehmen, wobei ein Brutto-Ertrag von 600 Mark jährlich nicht selten ist.

B. In fester Form.

§. 156.

a. Compost.

Die Verarbeitung der menschlichen Excremente zu Compost ist außerordentlich zu empfehlen und daher auch in den Gegenden, wo die Verwendung dieser Dungmasse eine große ist, viel im Gebrauch.

Durch die Erde erhalten die Excremente die ihnen nur im geringeren Grade eigenen günstigen Wirkungen auf die physikalische Beschaffenheit der Felder. Nach Eisbein werden $^2/_3$ der Auswurfstoffe von Cöln auf diese Weise verarbeitet.

In Betreff der Verwendung geringerer Mengen dieser Massen zu Compost verweise ich auf das Kapitel „Compost.“

Stehen indeß dem Landwirthe größere Mengen zur Disposition, so werden die gewöhnlich zur Compostbereitung benutzten Stoffe nicht ausreichen; in diesem Falle verdient die von Eisbein empfohlene Methode der Verarbeitung der Auswurfstoffe zu Compost, wie wir sie im Folgenden beschreiben werden, sehr der Empfehlung.

Man muß bei stärkerer Verwendung des Abtrittdüngers zur Compostbereitung sich der Ackererde bedienen und kann hierbei, wie Eisbein angiebt, oft zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen.

Es sind, wie er anführt, vielfach die gewöhnlichen Communalwege so wenig über den beiderseitig anschließenden Acker erhaben, daß bei Regenwetter das Wasser, statt vom Wege ab auf die Felder, von diesen auf die Wege läuft und so diese oft unpassirbar macht.

In solchen Fällen thut man gut, am Rande des Weges mit

einem Rayolpfluge einen Ackerstreifen von ca. 8 Meter Breite 30 cm. tief umzupflügen, die hinterliegende 4 Meter breite Hälfte mit Spaten und Schaufeln auf den vorderen, dicht am Wege liegenden 4 Meter breiten Ackerstreifen zu werfen, wodurch man einen lockeren Erdhaufen von 4 Meter Breite und ca. 70 bis 78 cm. Höhe und beliebiger Länge gewinnt. Darauf wirft man Vertiefungen von 1$^1/_4$ Meter Breite, ca. 3 Meter Länge und ca. 24 cm. Tiefe aus, setzt die so gewonnene Erde nach allen Seiten auf, so daß ein wohlgedeichtes Bassin, aus dem eine darin geschüttete Flüssigkeit nicht gut ablaufen kann, entsteht. An der Front werden ferner noch für jedes Bassin, gleichmäßig von den Rändern entfernt, zwei Einschnitte gemacht, welche der Spurweite der Fuhrwerke entsprechen; dies erleichtert das Herausbringen aus den Gefäßen sehr. Auf diese Weise gewinnt man mit den nöthigen Zwischenräumen von 60 cm. eine beliebig lange Reihe von ca. 2 m. breiten, 4 m.-langen und 60 cm. hohen Erdhaufen, so daß der Cub.-Inhalt eines jeden eine Schachtruthe (4,45 Cubikmeter) beträgt.

Nach der Entleerung der Fässer (im Ganzen ca. 800 Liter für eine Schachtruthe) wird wenn erforderlich, noch etwas Gyps ($^1/_2$ Kbf.=15,5 Liter) über die Flüssigkeit gestreut. Sobald die Flüssigkeit in die lockere Erde eingezogen ist, wird der Komposthaufen umgesetzt, d. h. das Unterste möglichst nach oben und das Oberste nach unten gebracht. Nach dem ersten Umsetzen werden dann wieder Bassins wie das erste Mal gebildet und dem Haufen nach einigen Wochen eine zweite Füllung gegeben, so daß dann jede Schachtruthe ca. 28 Centner Abtrittsdünger erhalten hat. Der Haufen wird darauf weiter zum zweiten und dritten Mal u. s. w. umgesetzt bis der Compost „gahr" ist. Ist der Komposthaufen abgefahren, so liegt der Weg um gut $^1/_3$ Meter höher, als vorher.

Der seiner Oberkrume beraubte Ackerstreifen neben den Wegen ist bei tiefgründiger Beschaffenheit des Feldes in einem Jahre wieder zu kuriren; man düngt ihn vor Winter gehörig mit langem strohigen Stalldünger, pflügt denselben ca. $^1/_3$ Meter tief unter und besäet ihn im nächsten Frühjahr recht dick mit stark beschattenden Pflanzen. Bei flacher Krume und sehr bindigem oder steinigem Untergrunde dauert es länger.

Nothwendig zur Bereitung eines guten Compostes ist fleißiges Umarbeiten und sorgfältiges Zerkleinern der Erdmassen, sowie ungehinderter Zutritt der atmosphärischen Luft. Ein gut behandelter Komposthaufen hat eine dunkle Farbe, ist mürbe, gewinnt an Umfang wie Brodteig und bedeckt sich schließlich mit einer ganzen Flora von kleinen grünen Moosen.

Ein Zusatz von gutem Stalldunge beschleunigt die Gahre und erhöht den Werth des Compostes.

Sehr zu empfehlen ist ferner noch ein Zusatz von phosphorsäure- und kalihaltigen Materialien, da der Gehalt der Excremente an diesen beiden Stoffen gegenüber dem an Stickstoff in Hinblick auf die Bedürfnisse der Pflanzen ein zu niedriger ist, so daß wir dem Boden, wenn wir ihm die für die Ernte nothwendige Menge von Kali und Phosphorsäure geben wollen, eine Luxusdüngung an Stickstoff zukommen lassen, oder ihm im anderen Falle für die ersten beiden Körper nicht den vollen Ersatz liefern.

Als phosphorsäurehaltiges Material empfiehlt sich hier am meisten der gemahlene Phosphorit, da einerseits die Phosphorsäure desselben bei der Um- und Zersetzung der Massen löslich und somit wirksam wird, und anderseits in demselben am billigsten ist.

Für die Zuführung von Kali ist der gemahlene Kainit von Leopoldshall und Neu-Staßfurt am geeignetsten.

Bieten sich an den Wegen nicht Stellen, wie sie oben beschrieben sind, zur Erhaltung der zu dem Compost nöthigen Erde dar, und ist auf andere Weise Erde nicht in genügender Menge zu erhalten, so muß man dieselbe von hochgelegenen Stellen des Feldes zusammenfahren. Ist man bei flacher Krume wegen Mangel an Erde zum Sparen an letzterer gezwungen, so kann man sich dadurch helfen, daß man den Compost concentrirter macht, z. B. statt 28 Ctr. auf 1 Schachtruthe zu verwenden, deren 56; in diesem Falle wird natürlich von demselben auch nur halb so viel, als im ersten Falle zur Düngung benutzt.

Der Compost wird nach Eisbein vorzugsweise zu Roggen, Weizen und Hafer verwendet. Daß dieser Compost aber, vor Allem wenn er die erforderlichen Zusätze von phosphorsäure- und kalihaltigen Materialien erhalten hat, auch zu allen anderen Culturpflanzen mit Vortheil benutzt werden kann, bedarf des weiteren Beweises entschieden nicht, da er ja alle Nährstoffe enthält, welche die Pflanzen gebrauchen. Die Stärke der Zusätze von Phosphorsäure und Kali müssen sich selbstredend nach der betreffenden Pflanze, und nach dem Boden auf dem dieselbe wachsen soll, richten. Vielfach wird eine besondere Zuführung von Kali gar nicht erforderlich sein.

Beim Ausfahren des Compostes ist vor Allem auf recht gleichmäßige Vertheilung zu achten.

Eisbein berechnet die Kosten eines Compostdüngers von 3 Schachtruthen zu 10 Mark 70 Pf., wobei die Ausgaben für

den Abtrittsdünger, die Eisbein zu 27 Mark (800 Liter 4 Mark 50 Pf.) annimmt, nicht mit eingerechnet sind.

Diese Art der Verarbeitung der menschlichen Excremente empfiehlt sich auch für diejenigen Städte, die ihrer Größe oder anderer Verhältnisse wegen dieselben nicht direct an den Landwirth absetzen können. Das Material zu diesen Composthaufen bieten wenigstens zum Theil der Straßenkehricht und die Abfälle aus den technischen Gewerben und Wohnungen (Asche 2c.) dar.

Es ist hier nur auf die Städte Bremen, Groningen, Emden und Brüssel zu verweisen; die Beschaffenheit der in diesen Städten gewonnenen Composte zeigen die Analysen p. 221.

§. 157.

b. Stalldünger.

Ferner empfiehlt sich (natürlich für eine gewisse Menge der Auswurfstoffe) ein Ueberfahren des Stalldüngers mit denselben und zwar in der Weise, daß bei einer Höhe von etwas über ca. 1/3 m. p. Quadratmeter 55—60 Liter derselben übergefahren werden, und dies alle 2—4 Wochen wiederholt wird. Erforderlich hierzu ist natürlich eine rationell angelegte Dungstätte mit Jauchengrube, in der sich das nicht Absorbirte sammeln und von der dann von Zeit zu Zeit die Flüssigkeit wieder über die Dungmasse gespritzt werden kann. Gypsen ist, sobald sich ein unangenehmer Geruch bemerkbar macht, erforderlich.

Statt Gyps kann auch mit demselben Erfolge Erde oder Torf verwendet werden.

§. 158.

c. Vermengung mit Stroh.

Bei Strohreichthum lassen sich in derselben Weise, wie die thierischen Excremente, auch die menschlichen Auswurfstoffe durch Stroh aufsaugen und sind dann in ganz ähnlicher Weise, wie jene, zu verwenden.

In manchen, vor Allem kleineren Städten, in denen Gruben zur Ansammlung der Fäcalien im Gebrauch sind, wird in die Gruben Stroh zur Aufnahme der Massen gebracht. Rationell kann dies Verfahren selbstredend nicht genannt werden.

§. 159.

d. Als Streudünger (Urat, Poudrette).

Eine weitere Art der Verwendung der menschlichen Excremente ist die als Streudünger, wie sie theilweise auch in China

und Japan gebräuchlich und wie sie gegen Ende der dreißiger Jahre in Deutschland und auch anderen europäischen Ländern versucht worden ist. Daß die damals nicht unbedeutende Zahl von Urat- resp. Poudrettefabriken größtentheils wieder eingegangen ist, und dadurch diese Art der Verwendung der menschlichen Excremente bei den Landwirthen sehr in Mißcredit gekommen ist, ist nicht Schuld des dem Verfahren zu Grunde liegenden Princips, sondern einestheils dem Umstande zuzuschreiben, daß den Fabrikanten zu verschiedenartige und vor Allem durch Zusätze bereits verfälschte Rohmaterialien geboten wurden, ferner aber dem, daß die Fabrikanten zum Theil zu viel verdienen wollten und so den Käufern im Werthe niedrig stehende Producte zu hohem Preise darboten, dann aber der Schwierigkeit, die flüssigen Massen mit geringen Kosten in brauchbare Formen zu bringen.

Die Erforschung eines rationellen und recht practischen Verfahrens zur Verwandlung der gesammten menschlichen Auswurfstoffe in Streudünger muß als das höchste Ziel für die Verwendung der beregten Dungstoffe bezeichnet werden. Hierdurch ist allein die Möglichkeit geschaffen, die große Dungmasse, welche die großen Städte liefern, voll auszunützen und für weiter entferntere Gegenden nutzbar zu machen. Durchaus nothwendig für die Fabrikation ist die Verwendung unverdünnter Excremente, also die Nothwendigkeit von solchen Vorkehrungen in den Städten, daß die Fäcalien für sich ohne jeden anderen Zusatz, als höchstens geringe Mengen von Wasser, gesammelt werden können. Es tritt uns daher auch hier wieder die Thatsache entgegen, daß nur das Liernur'sche System und das verbesserte Tonnensystem die Massen in den Formen liefern, wie dieselben zur Poudrette-Fabrikation erforderlich sind. Sind die Gruben nach den Vorschriften, wie sie die Neuzeit verlangt, angelegt und gelangen in dieselben nur die menschlichen Excremente oder auch noch etwas Wasser, so ist auch der Grubeninhalt zur Poudrette-Fabrikation zu benutzen.

Daß bei der Poudrette-Fabrikation die gesammten menschlichen Auswurfstoffe ohne Verlust zu einem Streupulver verarbeitet werden müssen, wenn die Fabrikation sich bezahlt machen, und die Landwirthschaft das wieder erhalten soll, was sie der Stadt gegeben hat, bedarf hier des weiteren Beweises nicht.

Ferner ist durchaus nothwendig, daß in diesem Fabrikate der Gehalt an Pflanzennährstoffen und zwar der an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in ganz derselben Weise wie

dies bis jetzt schon seit Jahren bei den künstlichen Düngemitteln geschieht, garantirt wird.

Wir besitzen jetzt zu unserer großen Freude mehrere Methoden für die rationelle Verarbeitung der Fäcalien zu Poudrette, so daß jetzt die Verehrer des Schwemmsystems, wenn sie sich mit denselben bekannt machen wollen, nicht mehr sagen können, man möge ihnen nur eine bessere Verwerthung der menschlichen Excremente, als die der Berieselung nennen, und sie würden sich dann gerne bekehren lassen.

Ich lasse im Folgenden in Kürze eine Beschreibung dieser Methoden folgen.

§. 160.

1. Das Verfahren von Teuthorn.

In Leipzig fabricirt Teuthorn aus dem Abtrittsdünger einer Anzahl von Häusern, dessen Abfuhr in Tonnen er selbst besorgt, in der Weise eine trockene Dungmasse, daß die Stoffe in flache Erdgruben gebracht werden, wobei das Flüssige sich in tiefer liegenden Bassins sammelt, hier mit Schwefelsäure behandelt und dann später auf Horden unter Schuppen getrocknet, zerkleinert und gesiebt wird; der Centner wird zu 3 Mark 75 Pf. verkauft.

Die Nachfrage nach diesem Dünger ist so groß, daß Teuthorn derselben nicht nachkommen kann.

Bei diesem Verfahren geht aber ein Theil der flüssigen Masse verloren.

Für die vollständige Verwendung der menschlichen Excremente, welche angestrebt werden muß, ist durchaus auch die Gewinnung der festen Stoffe des Urins erforderlich.

§. 161.

2. Das Verfahren von Thon.

Thon verwendet bei seiner Methode zur Entfernung des Wassers die direkte Wärme und giebt an, daß, obgleich 1 ℔ Steinkohle 7 ℔ Wasser verdunsten, man bei Fäcalien auf 1 ℔ Steinkohlen nur 5 ℔ Wasser rechnen darf, die Verarbeitung der Fäcalien zu Poudrette nicht theuer sei. Seinen Angaben nach belaufen sich die gesammten Kosten der Verarbeitung von 1 Ctr. Fäcalien auf 40 Pf.

In Stuttgart würde bei diesem Verfahren für 40 Pf. eine Poudrette gewonnen, welche 68 Pf. werth ist, in Cassel eine solche von 84 Pf., in der

Infanterie-Kaserne in Prag eine solche von 1 Mark 12 Pf. u. s. w.; es würden somit in Stuttgart pro Centner 23 Pf., in Cassel 44 Pf. und in Prag 72 Pf. Ueberschuß verbleiben.

Nähere Angaben über die Apparate ꝛc. sind soweit mir bekannt, nicht veröffentlicht worden.

Die Beschaffenheit der von Thon producirten Poudrette war eine sehr gute.

Th. Dietrich, der eine Anzahl Untersuchungen ausgeführt hat, fand die Zusammensetzung derselben wie folgt:

Stickstoff . . .	4,5— 6,0%
Phosphorsäure	10,0—12,0 „
Kali	1,5— 3,0 „

Dietrich hat ferner nachgewiesen, das bei dem Thon'schen Verfahren der gesammte Stickstoff der Fäcalien in die Poudrette übergeht.

Nach allem diesem kann das Thon'sche Verfahren sicherlich als ein sehr gutes hingestellt werden, ja, es muß hier betont werden, daß es seiner Zeit das bei weitem beste war und daß es in Kassel im Großen angewendet worden ist.

§. 162.

3. Das Verfahren von H. Tiede.

Tiede's Methode beruht auf Trennung der flüssigen von den festen Theilen, Aufsaugung der ersteren von Torfmehl, Zusätze von Blut, schwefelsaurer Kalimagnesia, Phosphorsäure in löslicher und unlöslicher Form, Gährung der Masse, innige Mischung aller benutzten Materialien und schließlich Darstellung eines Fabrikates mit bestimmt garantirtem Gehalte an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali.

Tiede hat bei dem kanalisirten Danzig eine Fabrik zur Verarbeitung der Fäcalien errichtet, ein Beweis zunächst dafür, daß ganz Danzig noch nicht mit Schwemmkanälen versehen ist. Die in der Fabrik zur Verarbeitung gelangenden Excremente werden am Tage in nach dem Heidelberger Muster eingerichteten Tonnen nach der Fabrik geschafft, in eine der 4 mittleren, von zusammen 6, massiv gemauerten, cementirten und asphaltirten Cisternen entleert und hier mit einer Lösung von schwefelsaurer Kali-Magnesia und etwas schwefelsaurer Thonerde überbraust. Die über dem sich bildenden Niederschlage befindliche Jauche strömt, sobald die durch etagenartig angebrachte Schützen verschlossenen Schleusen der Mittelwände geöffnet werden, rechts und links seitwärts ab in die beiden äußersten Cisternen, auf deren Boden sich zum Aufsaugen der Kothjauche Torfmehl befindet, welches nach Bedarf von oben vermehrt werden kann. Die in diesen Cisternen im teigartigen Zustande befindliche Masse wird von Zeit zu Zeit umgearbeitet und hierbei mit der erforderlichen Menge Kainit überstreut und durchgeknetet. Sobald die Cisternen ca. 3' hoch gefüllt sind, wird die Masse solange sich selbst überlassen, bis sie einen steifen Teich bildet, dann auf die mit Glasdach versehene große Trockenschicht gebracht und getrocknet.

Ist die Masse hier trocken geworden, so wird sie in Cisternen von oben

beschriebener Beschaffenheit geschafft, mit Blut versetzt und nach eingetretener ammoniakalischer Gährung successiv mit einer 10° B. starken Phosphorsäurelösung derartig getränkt, daß die ganze Masse immer schwach sauer reagirt; hierbei erfolgt von Zeit zu Zeit noch ein Zusatz von schwefelsaurer Kali-Magnesia. Ist die Masse hier reif geworden, oder mit anderen Worten, mit Schimmelpilzen überzogen, so gelangt sie wiederum auf die Trockenschicht, wo sie zunächst nochmals mit schwefelsaurer Kali-Magnesia überstreut und dann fleißig gewendet wird; ist sie vollkommen trocken, so wird sie, wenn sie noch aufnahmefähig ist, nochmals in die äußeren Reservoirs zur Aufnahme der Jauche gebracht oder sie wird gesiebt und in Haufen gesetzt.

Die in den inneren Bassins gebildeten Niederschläge, vor Allem aus den festen Excrementen bestehend, werden in andere Bassins abgelassen und daselbst mit bestimmten Mengen Kali-Magnesia-Salz, Blut und dem vorher beschriebenen getränkten Torfmehl, sowie mit Phosphorsäurelösung versetzt. Hierauf wird unter fortwährendem starken Umrühren vermittelst eines Siebes Phosphat zugesetzt und die Masse gleichzeitig mit Schwefelsäure zum Aufschließen der Phosphorsäure des Phosphates überbraust. Ist die erforderliche Menge von Phosphat und Schwefelsäure zugesetzt, so erhält die Masse noch eine dünne Phosphatdecke, wird dann bis zur Erkaltung sich selbst überlassen und darauf in Ablagerungsreservoirs gebracht. Sobald die Masse, jetzt von Tiede als Rohsuperphosphat bezeichnet, weiß ausschlägt, kommt sie zum Trocknen auf die Trockenschicht, resp. auf eiserne Abdampfpfannen und wird unter Anwendung von Wärme getrocknet. Das getrocknete Rohsuperphosphat wird darauf gesiebt, gewogen, gelagert und untersucht. Je nach dem Ausfall der Analyse erhält die Masse entsprechenden Zusatz von löslicher Phosphorsäure und Kali und zwar letzteres in Form des hochgrädigen schwefelsauren Kali, und wenn nothwendig noch Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak, um das von der Fabrik gelieferte und von Tiede als Fäcal-Stickstoff-Superphosphat bezeichnete Fabrikat, welches unter Garantie in verschiedenem Gehalte in den Handel gebracht wird, fertig zu stellen. Die Mischung der einzelnen Stoffe zu einer homogenen Masse geschieht auf das allersorgfältigste. Das fertige Fabrikat bleibt der innigen Verbindung der einzelnen zur Darstellung benutzten Stoffe wegen noch eine Zeit lang lagern, bevor es abgegeben wird. Für Abführung der sich bildenden Gase ist überall in entsprechender Weise Sorge getragen.

Das ganze Fabrikationsverfahren, welches ich persönlich in Augenschein genommen habe, zeigt, daß hier ein Fabrikat erhalten wird, in welchem die 3 vornehmsten Pflanzennährstoffe in der allerinnigsten Mischung vorhanden und somit auch die Wirkung desselben eine vorzügliche sein muß. Tiede legt mit Recht viel Gewicht darauf, daß die 3 Nährstoffe sich in inniger Mischung mit humusbildenden Stoffen befinden.

Die Methode liefert ein Fabrikat, in welchem die gesammten Excremente mit dem erforderlichen Zusatze von Phosphorsäure und Kali innig gemischt, und die Nährstoffe in assimilirbarer Form enthalten sind; dasselbe repräsentirt daher eine dem Peruguano sehr ähnliche Masse.

§. 163.

4. Das Verfahren von Liernur.

Wir haben schon bei der Besprechung des Liernur'schen Systems kurz darauf hingewiesen, daß Liernur die Fäcalien in Vacuumpfannen in Streupulver verwandelt (p. 257). Hier soll nun das Verfahren etwas näher beschrieben werden.

Die Umwandlung der Fäcalien zu einem trockenen, transportablen und lagerungsfähigen Dünger erfolgt durch einfache Verdampfung des Wassers im luftverdünnten Raume unter Zusatz von etwas Schwefelsäure zur Bindung des flüchtig werdenden kohlensauren Ammoniaks bis zu einem dicken Brei von etwa $1^1/_2$ Theilen Wasser auf 1 Theil Trockensubstanz. Dieser dicke Brei, der etwa Druckerschwärze ähnlich sieht, wird dann machinal durch langsam rotirende Bürsten auf mit dampfgeheizten kupfernen Walzen in dünnen Lagen aufgetragen, an welchen derselbe, während sie sich langsam drehen, antrocknet. Eine andere kleine mit Spitzen bewaffnete Walze, welche unten neben der großen Trockenwalze liegt, schlägt die angetrocknete Kruste oder Schicht fortwährend in Form eines feinen Pulvers ab, welches dann ohne weiteres für den Versand in Säcken oder zur Aufspeicherung fertig ist.

Bei diesem Poudrettirungs-Verfahren wird nur reines Wasser entfernt, während alles Andere, was die Fäcalien an Pflanzennährstoffen enthalten, in der Poudrette verbleibt.

Die zur Verdampfung verwendete Wärme ist sehr billig, indem hier der wohlbekannte Proceß der Verdampfung à double effet der Zuckerbereitung in Anwendung kommt. Die Verdampfung findet in partiellen, luftleeren Kesseln statt; nur in einem derselben wird Dampf aus dem Dampfkessel, vermischt mit abgehendem Dampf der Luftpumpe, als Wärmequelle benutzt; in den anderen Kesseln dient lediglich das in ersterem verdampfte Wasser der Fäcalien als Wärmequelle. Auf diese Weise kann man ungefähr 12 Liter Wasser mit 1 Kilo Steinkohlen verdampfen, wie dies die Erfahrung in der Zuckerfabrikation bestätigt hat.

Nach p. 216 beträgt die Gesammtmenge der jährlich im Durchschnitt pro Kopf producirten Fäcalienmenge 973,1 ℔ mit 904,2 ℔ oder rund mit 452 Liter Wasser. Zur Verdampfung dieser 452 Liter sind $37^2/_3$ Kilo Steinkohlen d. h. für 60 Pf. erforderlich. Gelangt außerdem noch Waschwasser in den Abort und zwar, wie Liernur nach Erfahrungssätzen annimmt, pro Kopf und Jahr noch 210 Liter, so vertheuert sich dadurch die Abdampfung um $\frac{210}{12}$=16,5 Kilo Steinkohlen und in Geld ausgedrückt um 26,4 Pf., in diesem Falle kostet somit pro Kopf und Jahr das Feuermaterial für obige Zwecke 86,4 Pf. Für Wasserclosets ergeben sich nach Liernur pro Kopf und Jahr 2,40 Mark Kosten.

Liernur berechnet die Gesammtunkosten, Betriebsspesen incl. Verzin-

sung und Amortisation für die Excremente von beispielsweise 120000 Einwohnern jährlich zu 700,000 Mark, denen der Werth der gewonnenen Poudrette, wenn dieselbe pro Kopf und Jahr nur zu 7 Mark angenommen wird, in Höhe von 840,000 Mark gegenübersteht (s. die Analysen auf p. 260).

§. 164.

5. Verfahren von H. Schwarz in Graz.

Schwarz versetzt die Excremente mit Kalkmilch, erhitzt die Masse in einem verschlossenen Kessel so lange bis eine Art Scheidung eingetreten und das Ammoniak verflüchtigt ist. Dieses Ammoniak wird entwässert und condensirt, der entstandene Scheideschlamm abfiltrirt und ausgepreßt und das geklärte Wasser weglaufen gelassen.

Schwarz begründet sein Verfahren, wie folgt:

1) Das Ammoniak ist meistens an Kohlensäure gebunden und aus der Gährung des Harnstoffes entstanden. Bei reichlicher Gegenwart des Harnstofffermentes tritt diese Umsetzung sehr rasch ein. In den Abortfässern ist dieses Ferment im reichlichsten Maße vorhanden und selbst in der Winterzeit ist diese Umwandlung schon nach 24 Stunden eine nahezu vollständige.

2) Gebundener Stickstoff findet sich in geringeren Mengen. Was davon als Harnsäure und Eiweiß vorhanden ist, geht in den Kalkniederschlag über. Nur relativ geringe Mengen finden sich in der ablaufenden geklärten Flüssigkeit.

3) Phosphorsäure, welche als phosphorsaurer Kalk und phosphorsaures Alkali vorhanden ist, geht mit dem Kalk in Verbindung in den Niederschlag über.

4) Das Kali allein bleibt gelöst und geht mit der ablaufenden Flüssigkeit verloren. Dies ist der einzige unvermeidliche Verlust, welchen man indessen gegenüber dem sonstigen Düngergewinne leicht verschmerzen kann.

Schwarz giebt folgende analytische Beläge für sein Verfahren. Bei einem Versuche mit 200 Kilo Fäcalien waren:

	an Stickstoff im Destillate .	0,36%
	" " " Niederschlage	0,08 "
und	" " " Ablaufwasser	0,06 "

es gehen hiernach 14,4% des Gesammtstickstoffes der Fäcalien verloren.

An Kalkdünger waren 8,37% gewonnen worden.

An Kalk werden 2—3% verwendet.

Dies Verfahren ist im Großen noch nicht versucht; annehmbarer Weise werden sich die Resultate im Großbetriebe noch etwas ungünstiger gestalten.

Das Ablaufwasser ist in landwirthschaftlicher und hygienischer Beziehung nicht in dem Grade gereinigt, daß es ohne Bedenken dem öffentlichen Wasserläufen übergeben werden könnte. Es enthält in 100,000 Theilen noch 60 Theile Stickstoff; die mehrfach erwähnte königl. engl. Commission hält bereits ein Wasser für verunreinigt, daß auf 100,000 Theile 0,3 organischen Stickstoff hat. Von der äußeren Beschaffenheit des Ablaufwassers erfahren wir nur, daß es klar, gelblich und geruchlos war und zwar war dies der Fall bei einem kleinen Laboratoriums-Versuche. Landwirthschaftlich ist auch der Verlust an Kali und anderen löslichen Stoffen zu tadeln.

Da wir bereits im Besitze wesentlich besserer Methoden der Verwerthung der menschlichen Excremente sind, so wird sich das Schwarz'sche Verfahren schwerlich Eingang verschaffen.

§. 165.

6. Das Verfahren von v. Podewils.

Bei diesem Verfahren werden die Fäcalien mit Rauch conservirt und bis zu dem Zeitpunkte eingedampft, wo ungefähr 50% des in denselben vorhandenen Wassers verflüchtigt sind. Die conservirten, ca. die Hälfte des ursprünglichen Wassers enthaltenden Massen kommen dann in Trockenkästen, in welchen sie durch darüber geleitete warme Luft noch mehr concentrirt und zu einer dickflüssigen Masse gebracht werden, welche, wenn sie ca. noch 50% Wasser enthält, mit wenig Trockenmaterial (Torf, Asche, oder Erde, auf 100 Kilo ursprünglicher Fäcalien 4 Klgr.) und bereits fertiger Poudrette gemischt, zu Ziegeln geformt, an der Luft getrocknet und pulverisirt wird.

Eine nähere Beschreibung der Construction des von v. Podewils construirten Räucherungsapparates, sowie der Trockeneinrichtungen ist ohne Zeichnung nicht zu geben.

Die Hauptpunkte des Verfahrens faßt v. Podewils wie folgt zusammen.

1) „Die Fäcalien werden durch Mischung mit Rauch conservirt und je nach Verlangen auf einen beliebigen Concentrationsgrad eingedickt. Da jährlich pro Kopf 700 Klgr. anfallen (mit Einschluß von 240 Klgr. zugegossenen Waschwassers) und diese aus 650 Klgr. Wasser und 50 Klgr. Fäcalsubstanz bestehen, so empfiehlt es sich, 350 Klgr. Wasser im Räucherungsapparat abzudampfen."

2) „Die geräucherten Fäcalien werden sodann entweder in diesem Zustande aufbewahrt und verwendet, oder es wird in Trockenapparaten, durch welche warme Luft strömt, ein langsames Abdunsten derselben veranlaßt, und zwar wären ihnen hier pro Kopf weitere 250 Klgr. Wasser zu entziehen."

3) „Zur Erwärmung dieser Luft dienen die aus dem Räucherungsapparat und der Dampfmaschine ausströmenden Gase und Dämpfe, welche in einem Lufterwärmungsapparate condensirt werden. Die in dem Trockenapparate von der erwärmten Luft aufgenommene Dampfmenge kann wiederholt zur Vorwärmung der Luft dienen, indem sie durch Condensation ebenfalls im Stande ist, ihre Verdampfungswärme wieder abzugeben."

4) „Die in den Trockenkästen eingedickte Masse, welche aus 50 Klgr. Wasser und 50 Klgr. Fäcalsubstanz besteht, wird mit 20 Klgr. Trockenmaterial und mit bereits fertiger Poudrette gemischt, zu Ziegeln geformt, an der Luft getrocknet und pulverisirt."

5) „Sämmtliche bei der Räucherung und Eindickung entstehenden Gase rühren von bereits conservirter Masse her, sind also ziemlich geruchlos und werden insgesammt in einer Leitung vereinigt, die sie gemeinsam mit dem Rauch durch hohe Schornsteine der Umgebung entzieht. Ferner werden sämmtliche Dämpfe condensirt und bilden ein ungefährliches, fäulnißbeständiges Condensationswasser."

Die nach v. Podewils' Methode erhaltene Poudrette mag durch die folgenden in der Central-Versuchsstation zu München ausgeführten Analysen charakterisirt werden:

	I. %	II. %	III. %
Wasser	38,57	42,69	9,01
Organische und flüchtige Stoffe . .	35,67	38,58	59,01
Asche	25,67	18,73	31,87
Phosphorsäure	2,18	2,54	4,48
Stickstoff	7,04	7,34	10,65

Probe I. und II. ist eine noch breiige und III. eine feste pulverisirte Masse.

Ob zu diesen Proben ebenfalls Trockenmaterial und welches zugesetzt, ist nicht angegeben; nach dem Verhältniß zwischen organischen und unorganischen Stoffen kann indeß auf einen erfolgten Zusatz geschlossen werden. Auffallend bei den Analysen ist der nicht unbedeutend schwankende Gehalt an organischen Stoffen, resp. Asche, sowie der hohe an Phosphorsäure; den ebenfalls hohen Stickstoffgehalt erklärt v. Podewils durch Aufnahme von Stickstoff aus dem Rauche.

Es ist nicht zu leugnen, daß die Idee den Rauch zur Conservirung und Poudrettirung der Fäcalstoffe zu benutzen eine sehr geistreiche ist und daß die v. Podewils construirten Apparate äußerst sinnreich erdacht sind.

Gegen dies Verfahren muß sich indeß, abgesehen davon, daß noch ein Trockenmaterial mit verwendet wird, das Bedenken aufdrängen, ob nicht durch den Rauch die Excremente in dem Grade conservirt werden, daß sie im Boden nur äußerst langsam und dies betrifft vor Allem den Bestandtheil, der den Hauptwerth derselben bedingt, den Stickstoff, zur Wirkung gelangen, wodurch der Werth derselben wesentlich verringert werden würde.

Einen direkten nachtheiligen Einfluß auf das Keimen und die weitere Entwickelung der Pflanzen übt die durch Rauch dargestellte Poudrette nicht aus, wie Versuche der Versuchsstation in München ergeben haben. Der Erfinder giebt indeß selbst zu, daß die Zersetzung und Nutzbarmachung durch den Rauch und zwar durch die in demselben enthaltene Carbolsäure verlangsamt werden.

v. Podewils selbst nennt die durch den Rauch erhaltene Masse „vollständig fäulnißbeständig" und sagt an einer anderen Stelle seiner Schrift, daß der Harn im geräucherten Zustande sich Jahre lang hält und selbst wieder „ein vorzügliches Desinfectionsmittel für frischen Harn ist."

7. Verfahren von B. C. Dietzell.

Dietzell versetzt zunächst, wie Schwarz, die Fäcalien in großen Kesseln mit Ätzkalk, kocht eine Zeit lang und fängt das sich verflüchtigende Ammoniak in vorgelegter Schwefelsäure auf. Die hierbei auftretenden Gase werden über glühende Kohlen geleitet. Die geruchlos gewordene Masse setzt sich nach kurzer Zeit so ab, daß die Hälfte als fast klare Flüssigkeit abgelassen werden kann. Der Rückstand, welcher die organische Substanz (alle?) nebst Phosphorsäure und Kali enthält, wird bei geeigneten Vor-

richtungen mittelst Torffilters vom größten Theil des Wassers befreit und darauf getrocknet. In dieser getrockneten Masse ist ein Material gewonnen, welches auf Grund angestellter Heizwerthbestimmungen mehr als hinreichend ist, um den nächsten Filterrückstand zu trocknen und damit zur Verbrennung geeignet zu machen. Es kommt also mit Ausnahme der ersten Trocknung keine andere Heizkraft zum Trocknen der Excremente in Anwendung als die, welche ihnen selbst inne wohnt. Aus diesem Theile des Verfahrens resultirt eine Asche, welche wegen ihres Gehaltes an Phosphorsäure und Kali werthvoll ist. Selbstverständlich findet auch der als Filter unbrauchbar gewordene Torf seine Verwerthung.

Durch die Anwendung dieses Verfahrens soll mithin der dreifache Vortheil erreicht werden, daß die Excremente vollständig geruchlos werden, der Stickstoff als schwefelsaures Ammoniak, Phosphorsäure und Kali mit lohnender Rentabilität gewonnen werden und die in den Excrementen enthaltene organische Substanz durch Ausnutzung ihrer Heizkraft verwendet wird.

Analytische Beläge liegen uns nicht vor.

Angenommen kann wohl sicher werden, daß ähnlich wie bei dem Schwarz'schen Verfahren, das zunächst ablaufende Wasser noch stickstoffhaltig ist und daher das Hineinlassen desselben in die öffentlichen Flußläufe bedenklich erscheinen muß. Im Vergleich zu dem Schwarz'schen Verfahren haben wir hier ferner Verlust der landwirthschaftlich durchaus nicht werthlosen organischen Stoffe, dagegen Gewinnung des Kali's.

Im Großen ist dies Verfahren ebenfalls noch nicht angewendet worden.

§. 166.

8. Verfahren von Albert Sindermann.

In Breslau, im Hôtel zur Stadt Paris, hat A. Sindermann (1874) die menschlichen Abfallstoffe zur Darstellung von Gas, welches zur Beleuchtung des ganzen Etablissements dient, verwendet. Die menschlichen Excremente werden hier in eine Retorte gebracht, in der sie sowohl getrocknet, als auch zugleich durch höhere Temperatur in der Art zerstört werden, daß die organischen Stoffe zersetzt und sich aus denselben einerseits Leuchtgas und Kohlensäure, Theer und Oel, anderseits Ammoniak bilden; diese Produkte werden, wie bei jeder andern Gasfabrikation in der Art gesammelt, daß der Theer und das Oel für sich aufgefangen, die Gase gewàschen, das heißt durch Wasser geleitet, die Kohlensäure gebunden und das Leuchtgas, gereinigt, die entsprechende Verwendung findet. Als Rückstand in der Retorte verbleiben die Aschenbestandtheile neben einer Portion Kohle, welcher Rest vom Erfinder als Coaks bezeichnet wird.

Bei diesem Verfahren haben wir somit einerseits vollständige Unschädlichmachung der der menschlichen Gesundheit so gefährlich werden könnenden

Fäcalien und anderseits vollständige Verwerthung, resp. Gewinnung aller Bestandtheile derselben: in dem Coaks die gesammten Aschenbestandtheile, im Waschwasser den Stickstoff als Ammoniak, beides für die Zwecke der Düngung und in dem Hauptgase einen großen Theil des Kohlen- und Wasserstoffes in der werthvollen Form des Leuchtgases.

Man muß entschieden aussprechen, daß diese Idee der Verwerthung der Fäcalien eine sehr gute ist, und daß bei weiterer Vervollkommnung derselben ihr eine Zukunft bevorstehen kann.

Im Pommritzer Laboratorium ist eine Analyse des Retorten-Rückstandes von C. Güntz ausgeführt, welche folgendes Resultat ergeben hat.

Wasser	5,57
Eisenoxyd	4,04
Kalkerde	6,51
Magnesia	2,99
Kali	5,45
Natron	3,35
Phosphorsäure	8,61
Schwefelsäure	0,14
Kieselsäure	1,91
Chlor	3,28
Kohlensäure	1,57
Sand	17,82
Kohle	39,50
	100,74
Sauerstoff für Chlor	0,74
	100,00

Eine Bestimmung des Ammoniaks des Waschwassers liegt leider nicht vor; ebenso wenig sind Angaben darüber bekannt, wie viel Coaks von der obigen Beschaffenheit, Stickstoff, Leuchtgas 2c. 100 Kilo der Massen liefern.

§. 167.

9. Das Verfahren von Hennebutte und de Vauréal.

Die Methode der beiden französischen Chemiker schließt sich principiell dem Sillar'schen A.B.C.-Processe an (p. 255), angewendet auf Fäcalien, welche zwischen Spüljauche und reiner Fäcalmasse stehen. Das hauptsächlichste Rohmaterial werden die Fäcalien bilden, welche in den städtischen Abortgruben während längerer Zeit sich ansammeln, dabei der Gährung unterliegen und auch mehr oder weniger mit Wasser aus Nachtgeschirren, aus den Waschgeschirren und selbst aus Küche und Dachrinnen verdünnt sind.

Das Verfahren, soweit bekannt, ist folgendes: Man desodorisirt den Grubeninhalt mit einem Agens, was den Latrinengeruch bindet. — Die Erfinder nennen diesen Theil der Methode Dessulphurirung, weil hierbei vor Allem der Schwefelwasserstoff, dessen Geruch ja ein sehr unangenehmer ist, gebunden wird; hierzu dienen billige Metallsalze. — Die desodorisirte Masse

wird durch einen anderweitigen Zusatz — Kalk, schwefelsaure Thonerde oder dergl. (auch hier giebt es keine unabänderlichen Vorschriften) — in eine wässerige Lösung und einen Bodensatz gesondert. Den Bodensatz drückt man in Filterpressen, und verwandelt ihn so in trockene Kuchen. Diese Kuchen haben denselben geringen Werth wie die Schlammkuchen der vorher erwähnten englischen Präcipitationsmethode. In der abgegangenen und abgepreßten Flüssigkeit ist das werthvolle Ammoniak enthalten, das aus derselben durch Destillation in einem besonders hierzu construirten Apparate gewonnen und an Schwefelsäure gebunden wird.

Wie aus der Beschreibung des Verfahrens hervorgeht, handelt es sich bei demselben vor Allem um Gewinnung des in Form von Ammoniak in den „gegohrenen" Fäcalien vorhandenen Stickstoffs. Die beim Pressen restirenden Kuchen haben, wie bereits bemerkt, geringen Dungwerth, der noch verringert werden kann durch die benutzten Metallsalze. Analysen dieser Kuchen sind nicht bekannt. Genauere Angaben über die Menge des pro Kopf und pro Centner gewonnenen Ammoniaks, sowie deshalb auch über die finanzielle Seite des Verfahrens, liegen nicht vor.

In Deutschland ist die erste Fabrik in Freiburg im Breisgau durch ein Consortium, das sich für Deutschland das Verfahren erworben hat, eingerichtet.

Meiner Ansicht nach sind die Methoden von Liernur und Podewils der Hennebutte'schen entschieden vorzuziehen.

§. 168.

VII. Die Wirkung der menschlichen Excremente.

Die nachfolgenden Zeilen sollen nicht theoretisch die Wirkung der menschlichen Excremente als Dünger darthun, indem wir glauben, daß diese aus dem bisher Angeführten sich hinlänglich ergiebt, sondern an einigen Versuchen durch Zahlen die günstigen Erfolge der Anwendung dieser Dungmassen kennzeichnen. Es sei hier nur zunächst nochmals auf das ungünstige Verhältniß zwischen Stickstoff und Kali und Phosphorsäure und dadurch auf die Vortheile, welche ein Zusatz der letzten beiden Körper dem Abtrittsdünger zu seiner vollen Wirkung darbietet, hingewiesen.

Von dem Oberinspector Hahn liegen einige comperative in größerer Ausdehnung ausgeführte Versuche vor, welche wir im Nachfolgenden kurz anführen.

Hahn benutzte zu diesen Versuchen einen gehaltlosen Sandboden mit unergündlicher, durchlassender Kiesunterlage, der seit sehr lange keinen Dünger erhalten hatte; ferner einen schönen milden Gerstenboden mit schwerer Lehmunterlage und schließlich eine trockene Wiese mit sandigem Untergrunde.

Auf dem Ackerlande wurden je 6 Versuchsstücke à 1 Morgen, drei mit verschiedenen Mengen Abtrittsdünger, 2 mit Stalldung gedüngt, während einer ungedüngt blieb; der Versuch dauerte 2 Jahre, alles Andere zeigt die folgende Tabelle.

1. Auf Sandboden:

Jahr	A. Ungedüngt			B. Mit 8 Fuder à 40 Kbf. gemischten Pferde- und Viehdünger gedüngt			C. Im 1. Jahre mit 26 und im 2. mit 49 Kbf. mit Eisenvitriol behandelten menschlichen Excrementen ged.			D. Im 1. Jahre mit 104 und im 2. mit 156 Kbf. gemischten Pferde- und Viehdünger gedüngt			E. Mit 180 Kbf. menschlicher Excremente ohne Eisenvitriol gedüngt			F. Mit 180 Kbf. menschlicher Excremente, mit Eisenvitriol behandelt, gedüngt		
Frucht	℔ Körner, resp. Knollen	℔ Stroh, resp. Kraut	℔ Spreu	℔ Körner, resp. Knollen	℔ Stroh, resp. Kraut	℔ Spreu	℔ Körner, resp. Knollen	℔ Stroh, resp. Kraut	℔ Spreu	℔ Körner, resp. Knollen	℔ Stroh, resp. Kraut	℔ Spreu	℔ Körner, resp. Knollen	℔ Stroh, resp. Kraut	℔ Spreu	℔ Körner, resp. Knollen	℔ Stroh, resp. Kraut	℔ Spreu
I. Roggen . .	205	364	68	646	1526	196	545	1140	134	457	1045	150	608	1340	215	474	1225	287
II. Kartoffel . .	1200	204		3936	697		5194	954		4900	850		3135	694		4032	856	

2. Auf Gerstenboden:

Frucht	A. ℔ Körner, resp. Knollen	A. ℔ Stroh, resp. Kraut	A. ℔ Spreu	B. ℔ Körner, resp. Knollen	B. ℔ Stroh, resp. Kraut	B. ℔ Spreu	C. ℔ Körner, resp. Knollen	C. ℔ Stroh, resp. Kraut	C. ℔ Spreu	D. ℔ Körner, resp. Knollen	D. ℔ Stroh, resp. Kraut	D. ℔ Spreu	E. ℔ Körner, resp. Knollen	E. ℔ Stroh, resp. Kraut	E. ℔ Spreu	F. ℔ Körner, resp. Knollen	F. ℔ Stroh, resp. Kraut	F. ℔ Spreu
I. Roggen . .	431	1551	150	810	3150	220	807	2890	190	747	2795	195	900	3230	285	608	3250	320
II. Kartoffe . .	2000	340		3920	680		4100	810		4455	755		2945	920		2425	945	

Zu diesen Ernte-Resultaten bemerkt Hahn noch, daß sich beim Roggen die Parcellen, welche mit menschlichen Excrementen gedüngt waren, durch dunkle Farbe und buschigen Wuchs auszeichneten; bei F legte sich der Halm schon während der Blüthe, daher die Körner klein und sehr leicht waren (1 Schff. 76 Ꝧ). Bei den Kartoffeln zeichneten sich ebenfalls die mit menschlichen Excrementen gedüngten Stücke durch üppigen Stand des Krautes und dessen dunkle Farbe und volle Blüthen aus. Die Knollen waren auf C sehr schön, auf E und F dagegen sehr schorfig und wässerig, sonst aber nicht von unangenehmem Geschmack (Schff. 95—97 Ꝧ).

Aus diesen Versuchen lassen sich folgende höchst interessante Schlüsse herleiten.

1. Dieselben zeigen auf das Glänzendste die günstige Wirkung der menschlichen Excremente und somit ihre Bedeutung als Dünger.

2. Die menschlichen Excremente verwerthen sich in mäßiger Stärke bei Vertheilung der Düngung auf zwei Jahre wesentlich besser, als bei einer zu starken Düngung, die gleich im ersten Jahre für beide gegeben wird; bei den Versuchen lieferte jene ca. 3½ mal so viel als diese.

3. Bei der so starken Düngung bei E u. F mit mit Eisenvitriol und ohne diesen behandelten Excrementen läßt sich mit Sicherheit weder für noch gegen den nachtheiligen Einfluß des Eisenvitriols ein Schluß ziehen.

Die zu den weiteren Versuchen dienende Wiese hatte bis dahin in den günstigsten Fällen nur 5 Ctr. scharfes und hartes, schlecht nährendes und unschmackhaftes Heu gegeben.

Bei dem Versuche wurden die Dungmengen im Winter ausgefahren und im zeitigen Frühjahr gebreitet; die anderen Daten sind auf der folgenden Tabelle verzeichnet.

	1.	2.	3.	4.	5.
Jahren	Ungedüngt Ctr.	Mit 30 Kbf. menschlicher Excremente und 60 Kbf. Torfgruß, mit Eisenvitriol behandelt, gedüngt Ctr.	Mit 30 Kbf. menschlicher Excremente und 60 Kbf. Sand, mit Eisenvitriol behandelt, gedüngt Ctr.	Mit 180 Kbf. menschlicher Excremente und 180 Kbf. Torfgruß, ohne Eisenvitriol, gedüngt Ctr.	Mit 180 Kbf. menschlicher Excremente, ohne jede Beimischung und Eisenvitriol, gedüngt Ctr.
I.	5	35	26½	45	38
II.	4½	30¾	21½	41	26
III.	5¼	32	20	25	21
IV.	5	29	19	22	18
in den vier Jahren	19¾	126¾	87	133	103

Hahn bemerkt hierzu noch, daß die gedüngten Wiesenstücke dreimal im Jahre gemäht wurden, während das Ungedüngte nur einen Schnitt gab, ferner daß das Heu von Nro. 2 und 3 sehr schön, stark von Klee und Luzerne durchwachsen war und vom Vieh mit Begierde gefressen wurde. Das Gras auf Nro. 4. u. 5 stand dagegen so dicht, das es in den ersten zwei Jahren vollständig lagerte und von unten auf gelbte und faulte; diese Stücke gaben so zwar viel, aber kein schönes und nahrhaftes Heu, das von keinem Vieh gerne gefressen wurde.

Auch diese Versuche zeigen, wie die auf Ackerland, daß die menschlichen Excremente, in mäßiger Stärke angewendet, sich bedeutend besser verwerthen, als in starker Düngung Dann ist hier noch die günstige Wirkung des Zusatzes von Torfgruß zu den Excrementen hervorzuheben.

Corenwinder düngte je 70 Quadrat-Ruthen eines sandigen Thonbodens.

a. mit 25 Hectoliter Abtrittsdünger von 4° Beaumé (= 207 Kbf.)*)
b. mit 250 Kilo gemahlener Rapskuchen (= 1285 ℔ p. M.)

und erntete von a. 3460 Kilo Rüben, und
" b. 3304 " "

Der Dünger war vor der Saat aufgebracht und beide Stücke so gleichmäßig als möglich behandelt.

Wir haben hier also durch die menschlichen Excremente, welche in jener Gegend den Namen „flandrischer Dünger“ führen, einen Mehrertrag von 4,4% gegen 250 Kilo Rapskuchen, welche dort als Dünger vielfach benutzt werden.

Ferner mögen hier noch einige Angaben von Eisbein Platz finden.

Eisbein düngte eines der von ihm bewirthschafteten Güter seit 1857 mit Abtrittsdünger, wodurch sich die Erträge desselben in den Jahren von 1862—1865 gegenüber denen von 1858—61 bedeutend gesteigert hatten, und zwar lieferte der Morgen im Durchschnitt in der ersten Periode

an Weizen 848 ℔, an Roggen 847 ℔ und an Hafer 791 ℔;

in der zweiten Periode dagegen:

an Weizen 1075 ℔, an Roggen 897 ℔ und an Hafer 937 ℔;

somit eine Steigerung von

26 % 20 % 18 %

Das Gut hatte bei 520 Morgen Areal in den ersten 4 Jahren 1449 und in den zweiten 4 Jahren 2845 Fässer (à 700 Quart) erhalten.

Ferner führe ich noch einige Versuche an, welche zu Rugby mit Cloakenwasser auf Wiesen angestellt sind, und deren Resultat Lawes und Gilbert, wie folgt, angeben:

*) Man muß in Belgien die Concentration der Masse mit einem Aräometer prüfen, da dort vielfach Verdünnungen von Seiten der Verkäufer vorkommen; unverdünnt hat die Masse ein specifisches Gewicht von wenigstens 5° B.

Jahr	Parcelle I. Ohne Kloakendünger				Parcelle II. 3000 Tons Kloakendünger				Parcelle III. 6000 Tons Kloakendünger				Parcelle IV. 9000 Tons Kloakendünger			
	Gewonnenes Gras Fünf Acres Feld*)															
	**)Tons.	Cwt.	Qu.	Pfd.	Tons	Cwt.	Qu.	Pfd.	Tons.	Cwt.	Qu.	Pfd.	Tons.	Cwt.	Qu.	Pfd.
1861	9	5	3	5	14	16	3	8	27	1	—	10	32	16	3	8
1862	8	3	1	10	27	18	—	18	34	10	—	19	32	9	2	22
1863	4	18	3	3	22	5	—	11	34	18	1	27	37	—	2	5
Durchschnitt:	7	9	1	9	21	13	1	12	32	3	1	—	34	2	1	12
	Zehn Acres Feld															
1861	8	18	—	15	15	16	3	2	22	15	2	12	26	13	3	12
1862	16	10	—	25	27	11	—	20	32	2	1	14	31	12	1	20
1863	8	—	3	19	25	5	1	8	30	11	2	12	34	19	1	21
Durchschnitt:	11	3	—	10	22	17	3	1	28	9	3	13	31	1	3	18
	Durchschnitte. Die drei Jahre und beide Felder.															
1861, 1862 und 1863	9	6	—	24	22	5	2	7	30	6	2	6	32	12	—	4

*) 1 Acres = 1,5849 preuß. Morgen = 0,2553 Hectar.
**) 1 Ton = 20 Cwt., 1 Cwt. = 4 Viertel (Quarter), 1 Qu. = 28 Pfd. (1 engl. Pfd. = 0,9072 Zollpfd.)

Diese günstige Wirkung des so verdünnten Kloakenwassers (bei dem Kanalisirungssystem) thut auf's Neue schlagend den hohen Dungwerth der menschlichen Excremente dar.

Zum Schluße sei noch einiger Versuche welche H. Tiede — Danzig mit den von ihm aus den Fäcalien hergestellten Fabrikaten (p. 281.) gegenüber mineralischen Düngermischungen und Stallmist gemacht hat, Erwähnung gethan.

Tiede benutzt zu den Versuchen Dünensandhügel, welche 1874 planirt, 1875 Sommerroggen und dann während 4 hinter einander folgenden Jahren bei alljährlich wiederholter mäßiger Düngung (mit Pferdemist und Fabrikabfällen) Winterroggen getragen hatten. Die aus grauweißem Sande bestehende Ackerkrume war nur 15 Centimeter tief, dann folgte weißer Seesand. Als Versuchspflanze diente die Daber'sche Kartoffel, welche am 1. Mai nach der Gülich'schen Methode gelegt und am 28. September 1880 geerntet wurde.

Die erhaltenen Resultate u. s. w. zeigt die folgende Tabelle auf p. 295*).

Obige Versuche über die Wirkung der menschlichen Auswurfstoffe zeigen auf das Vollständigste den hohen Dungwerth derselben und beweisen somit ohne weitere Worte die gebieterische Nothwendigkeit der Nutzbarmachung derselben für die Landwirthschaft.

Welchen ungünstigen Einfluß indeß gewisse Desinfectionsmittel auf die Wirkung der Excremente auszuüben im Stande sind, darüber mag folgender Versuch von Roeder mit dem Rückstande des nach dem Süvern'schen Verfahren des desinficirten Kloakenwassers in Berlin als Beispiel dienen.

Der zu dem Versuche benutzte Boden, war ein gleichmäßiger lehmiger Sandboden, welcher in den letzten 4 Jahren Leindotter, Rübsen, Raps und Weißweizen getragen hatte. Der im breiigen Zustande gelieferte, ca. 50 % Wasser enthaltende, Rückstand wurde abgewogen und mit Erde gemischt, ausgestreut. Die Versuchsbeete waren so angelegt, daß ein gedüngtes mit einem ungedüngten Beete von 1/8 Morgen Größe wechselte. Als Frucht diente Leindotter, der auf den ungedüngten Beeten rascher aufging und anfangs freudiger wuchs; schließlich waren alle Beete gleichmäßig bestanden. Die am 22. Sept. erfolgende Ernte ergab folgende Resultate (p. 295).

*) Der Boden ist von ganz ähnlicher Beschaffenheit als der der Danziger Rieselfelder. Auf diesen Rieselfeldern trug eine Parcelle 1880 ebenfalls Kartoffeln; die Ernte kann aber hier, da am 22. Sept. (zur Zeit der Naturforscher-Versammlung) an einer Pflanze nur wenige kleine Knollen gefunden wurden, nur eine sehr kümmerliche gewesen sein.

№	Düngung pro Magdeburger Morgen berechnet	In der Düngung enthaltene Nährstoffe: Stickstoff	löslische Phosphorsäure	Kali	Kartoffel-Ernte abzüglich 205,71 ℔ Aussaat per Mgd. Mrg.	Mehr als ungedüngt pro Mgd. Mrg.	Kosten der Düngung
		Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Mark
1	Ungedüngt	—	—	—	2725,72	—	—
2	1 Ctr. Fäcal-Stickstoff-Superphosphat I. (reich an organischen Bestandtheilen)	7	$9^1/_2$	$1^1/_2$	4097,83	1372,11	13,50
3	1 Ctr. Fäcal-Stickstoff-Superphosphat III. (reich an organischen Bestandtheilen)	3	12	$2^1/_2$	3865,38	1139,66	10,25
4	Mineraldünger-Mischung I. 1 Ctr., bestehend aus Curaçao-Guano-Superphosphat, schwefelsaurem Ammoniak u. gereinigtem schwefelsauren Kali	3	12	12	3782,58	1056,86	15,00
5	200 Ctr. im Stalle schon gegypster kurzer Pferdedung	—	—	—	3651,43	925,71	15,00
6	$^1/_2$ Ctr. Chilisalpeter; $^1/_2$ Ct. Curaçao-Guano-Superphosphat	$7^1/_2$	$9^1/_2$	—	3085,72	360,00	14,25
7	2 Ctr. Mineraldünger-Mischung II., bestehend aus Curaçao-Guano-Superphosphat, schwefelsaurem Ammoniak u. schwefels. Kali-Magnesia-Dünger	2	8	20	3062,06	336,34	14,00

	Leindotter pro Morgen		
	Körner	Spreu	Stroh
	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Ungedüngt	618	345	828
pro Morgen 3 Ctr. Rückstand	600	372	780
" " 6 " "	612	312	810
" " 9 " "	570	330	840
" " 12 " "	561	333	750
" " 15 " "	615	363	740
" " 90 " "	516	327	960
Zusammen	3474	2037	4880
Durchschnittlich	579	339 1/2	813 2/3
Ungedüngt mehr pro Morgen	39	5 1/2	14 1/3

Diese Zahlen zeigen, daß die Düngung mit dem Rückstande bei Anwendung von 3—15 Ctr. pro Morgen ohne günstigen Erfolg, bei Anwendung von 90 Ctr. entschieden nachtheilig für die Körnerbildung, günstig für die Strohbildung des Leindotters war.

§. 169.

VIII. Die menschlichen Excremente in finanzieller Beziehung.

Der Zweck der nachfolgenden Zeilen soll nicht der sein, dem Landwirthe aus der Zusammensetzung der menschlichen Excremente oder aus ihrer Wirkung genau den Geldwerth derselben zu berechnen, da wir uns der Hoffnung hinzugeben wagen, daß das bis jetzt Angeführte den hohen Werth dieser Dungmassen für den Landwirth hinreichend dargelegt hat, sondern es soll hier nur noch darzuthun versucht werden, wie sich die finanzielle Seite in Bezug auf die städtischen Communen bei den verschiedenen Systemen stellt. Angaben über die Kosten, welche den Städten bei den einzelnen Systemen erwachsen, liegen in genügender Anzahl vor. Leider kann von diesen bekannt gewordenen Angaben aber nicht immer gesagt werden, daß sie vollständig zuverlässig seien. Die Art der Rechnung ist vielfach, — dies betrifft vor Allem die Angaben, welche über die Kosten der Schwemmkanalisation mit Berieselung, resp. Landfiltration vorliegen, — so eigenthümlich gehalten, daß sie zu ganz merkwürdigen Resultaten führt. Es kann dies nur dadurch erklärt werden, daß nicht alle Ausgaben beim Schwemmkanalisationssysteme, vor allem nicht die Zinsen und Amortisation des Anlage-Kapitals für die Kanäle, Pumpstation 2c. in Rechnung gestellt sind. Die brauchbarsten und zuverlässigsten Angaben haben wir in Betreff des Tonnen-, Gruben- und Liernur'schen Systemes.

In Betreff des Geldwerthes der Excremente, hergeleitet aus ihrer Zusammensetzung, sei kurz bemerkt, daß sich derselbe, wenn der Rechnung nur der Stickstoff (à ℔ mit 1 Mark), die Phosphorsäure (à ℔ 30 Pfg.) und das Kali (à ℔ mit 20 Pfg.) zu Grunde gelegt wird, per Jahr und Person zu 11 Mark 36 Pfg. berechnet (p. 216.)

Die jetzt folgenden Angaben sind soweit wie möglich officiellen Berichten entnommen und werden zur Bestätigung des oben Gesagten dienen.

Zunächst führe ich die Ermittelungen der Königl. Preußischen Commission an, welche aus den Herren v. Salviati, Dr. Eichhorn und Röder bestand und die betreffende Reise im Jahre 1864 gemacht hatte.

Die Commission giebt in Betreff der Verwerthung der menschlichen Excremente die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Angaben.

	Für einen Kubikfuß Latrinenstoff				Bemerkungen
	erhält der Hausbesitzer Pfennige	zahlt der Hausbesitzer Pfennige	erhält die Stadt (als Abgabe) Pfennige	bezahlt der Landmann Pfennige	Die Stadt erhält
Ostende	0	unter Umständen 0—4	11,2	24,0	pro Kopf 83 Pf.
Antwerpen . . .	0	unter Umständen 1—5,2	0		pro Kopf. 63—100 Pf.
Metz	0	9,0	0	als Poudrette verkauft den Ctr. 160 Pf.	Die Kasernenverwaltung erhält pro Kopf 190 Pf.
Karlsruhe . . .	0 oder einige	0	0	an die Kasernenverwaltung 15,1	
Straßburg . . .	2,5	0	3,5	12—23,7	Die Stadt erhält pro Kopf 29 Pf.
Basel	0	4,5—5,6	0	1,1	
Lyon	0	4,45	3,71	4,45	
Zürich	0	0 od. einige	0	6,2	
München . . .	0	7,2	0	3,6	
Nürnberg . . .	0	5,5	0	3,2	
Dresden . . .	0	5,9—11,2	0	10—12,5 die feste Masse, 8,3 bis 6,1 Jauche	
Leipzig	0	5,0 in Kesseln 6,0 etwa in Kübeln, hierzu noch die Unterhaltung der Kübel	0	1,4 Jauche	

Die folgenden Angaben sind der im Jahre 1876 von Local-Government Board gemachten Zusammenstellung entnommen, welche eine Uebersicht über das Verhältniß der jährlichen Kosten für die Beseitigung des Unrathes zum Steuerwerth und zur Einwohnerzahl giebt. Die folgende Tabelle enthält diese Ermittelungen.

Name der Stadt	Einwohnerzahl	Jährlicher Steuerwerth	Jährliche Kosten p. Pfd. Sterl. Pfg.	per Kopf Bevölkerung ß	per Kopf Bevölkerung Pfg.
A. Durch Berieselung[1]).					
1 Banbury	12000	34104	1		3
2 Bedford	18000	65000	1	0	4³/₄
3 Blackburn	90000	235127	11¹/₂	2	6¹/₂
4 Cheltenham	45000	217849	³/₄	0	3¹/₄
5 Chorley (Lancashire) . .	20000	54407	7	1	6
6 Doncaster	20000	68721	3¹/₂	1	2³/₄
7 Harrogate	12000	50000	5³/₄	1	11³/₄
8 Leamington	24700	113400	6¹/₂	2	7
9 Merthyr Tydfil . . .	55000	135000	7¹/₂	1	6¹/₂
10 Rugby	8400	45000	1¹/₂	0	7¹/₂
11 Tunbridge Wells . . .	23000	142914	10	5	2¹/₄
12 Warwick	11000	43339	6¹/₂	2	1¹/₂
13 Wolverhampton . . .	71000	210000	3¹/₂	0	10³/₄
14 West Derby	31400	163000	5¹/₄	1	9
15 Wrexham	10000	32000	0	0	0
B. Durch Landfiltration.					
16 Kendal	13700	44600	4	1	1
C. Durch chemische Reinigung.					
17 Birmingham	350000	1229844	10	2	11
18 Bolton-le-Moors . . .	93100	311563	3¹/₂	1	0¹/₄
19 Leeds	285000	945141	9¹/₄	2	6¹/₄
20 Bradford	173723	745671	6	2	1
D. Durch Abfuhr und Poudrettirung.					
21 Rochdale	67000	222000	8³/₄	2	5¹/₂
E. Durch Abfuhr und Poudrettirung nach späteren Ermittelungen.					
22 Rochdale 1878	71300	245943	7⁸/₁₀	2	3
23 Manchester 1879 . . .	368173	2295091	8²/₁₀	2	4¹/₂

Die in obiger Tabelle über die Kosten der Berieselung u. s. w. gemachten Angaben beweisen das früher Ausgesprochene, da die pro Kopf angeführten Kostenbeträge sicherlich nicht die Gesammtkosten der Schwemmkanalisation mit Berieselung 2c. ausdrücken, was die nachfolgende Zusammenstellung auf's beste beweisen wird.

*) Incl. Straßenreinigung.

v. Proskowetz jun. hat nach officiellen Angaben für 8 Farmen auf das Rechnungsjahr 1878/1879 eine Zusammenstellung der gesammten hier in Betracht kommenden Verhältnisse gemacht, welche die Durchschnittsergebnisse, sämmtlich auf 1 Hectar Land bezogen, und die Geldansätze in Gulden angiebt. Die folgende Tabelle zeigt diese Zusammenstellung p. 300.

Es kann zu dieser Tabelle die Bemerkung nicht unterlassen werden, daß die betr. 8 Farmen mit die bestgeleiteten Sewage-farms Englands sind, welche auf einen durch hohe Consumsfähigkeit in der Regel gesicherten guten Absatz aller Producte rechnen können, daß es sich hier ferner immer noch um verhältnißmäßig kleine Flächen und um ein Klima handelt, welches in seinem milden Winter der Rieselung weiteren Spielraum als anderswo gestattet. Die städtischen Betriebskosten sind in den obigen Berechnungen nicht mit einbezogen.

Die Riesel-Farm von West-Derby hat nach C. Reclam während ihres 6 jährigen Bestehens einen jährlichen Verlust von je 4000 Pfund Sterling aufzuweisen.

Diese Angaben über die finanzielle Seite der Schwemmkanalisation im Verein mit dem was in dieser Beziehung noch p. 251 u. f. angegeben ist, genügen sicherlich vollständig, um dieselbe nach dieser Seite hin zu characterisiren.

Zum Schlusse mögen hier noch einige Angaben über die finanziellen Ergebnisse des Abfuhr-, resp. Tonnensystems Platz finden.

In Stuttgart, einer Stadt von 105000 Einwohnern, wurde 1879 die Reinhaltung von 8 Bezirken mit rund 70000 Einwohnern auf Kosten der Gemeinde besorgt, während der andere Theil einem Unternehmer überlassen war, dessen Contract noch bis 1. März 1880 lief. Von den 70000 Einwohnern wurden 1879 38800 cbm. Fäcalien erhalten, d. i. pro Jahr und pro Kopf 550 Liter und pro Tag und pro Kopf 1,5 Liter.

Von diesen 38800 cbm. in 30000 Faß wurden abgesetzt:

a., direkt an die Nachbarschaft 10800 Faß mit 14000 cbm.
b., per Eisenbahn . . . . 15900 „ „ 20500 cbm.
c., magazinirt . . . . . 3300 „ „ 4300 cbm.

Bezahlt wurde:

Bei direkter Zufuhr pro Faß 4—5 ℳ oder per Ctr. 15—19 ₰, im Mittel 17 ₰, bei Eisenbahntransport für Wagenmiethe und Füllungskosten pro Waggon à 180 Ctr.=10—13 ℳ oder pro Ctr. = $5^1/_2$—$7^1/_2$ ₰, im Mittel $6^1/_2$ ₰, hierzu durchschnittliche Bahnfracht pro Waggon 12 ℳ oder pro Ctr. $6^2/_3$ ₰, macht für den Ctr. im Durchschnitt $13^1/_6$ ₰.

Diese Angaben verdanke ich privaten Mittheilungen des Oberbürgermeisters Dr. Hack an Professor Alex. Müller.

Freiherr v. Wöllwarth theilte ferner in der Sitzung des deutschen Landwirtschaftsrathes im Januar 1880 mit, daß im Jahre 1873/74 das Deficit der Latrinenreinigungsanstalt in Stuttgart 154623 ℳ war; im Jahre 1874/75, wo 2—3 Waggons in Betrieb kamen, war das Deficit 61086 ℳ, 1875/76 betrug es nur noch 25735 ℳ, 1876/77 17386 ℳ und im Jahre 1877/78 war bereits ein Ueberschuß von 12555 ℳ vorhanden.

In Dresden besorgt eine Actien Gesellschaft, die sich „Dresdener Dünger-Export-Gesellschaft" nennt, die Grubenräumung und Straßensprengung und macht dabei ein sehr hübsches Geschäft. Die Gesellschaft besitzt

Name der Stadt	Jahre in Thätigkeit	Gesammt-Areal (berieselt und nicht berieselt)	Pacht	Lasten, Steuern, Zehnten	Inventurswerth	Allgemeine Kosten der Wirthschaftsführung	Löhne	Durchschnittlicher Wochenlohn	Brutto-Ertrag	Gewinn	Verlust	Bevölkerung	Stadteinwohner auf ein Hectar der Totalfläche	Stadteinwohner auf ein Hectar berieselter Fläche	
1 Bedford . .	11	73,25	126,75	11,50	187,67	19,73	78,30	7,0	319,20	—	33,23	18690	102	122	Pumpkosten eingeschlossen.
2 Birmingham	12	100,80	33,30	24,28	436,00	9,98	74,10	9,0	455,30	105,25	—	112500	5444	539	Keine Pacht für 40 Hectar.
3 Croydon .	18	182,25	251,37	27,40	274,38	10,90	139,40	9,0	252,40	—	355,18	55000	121	172	
4 Doncaster .	6	121,93	74,10	3,92	409,40	8,15	59,15	9,50	253,20	—	21,60	21000	69	92	Pumpkosten ausgeschlossen.
5 Guisborough	9	9,70	88,67	6,18	—	—	93,10	9,0	280,68	79,68	—	5300	219	330	
6 Leamington	8	305,70	46,75	5,60	271,35	6,50	57,20	7,0 u. Cottage	265,33	13,60	—	23000	30	142	Pacht schließt den Spüljauchezins ein. Pumpkosten ausgeschlossen
7 Reading . .	4	258,00	Freilehen	22,15	405,10	7,72	81,58	9,0	168,10	—	47,36	33000	51	433	Keine Pacht.
8 Wrexham .	10	41,60	92,83	20,78	793,00	—	127,30	7,50	271,83	26,88	—	10000	96	99	Keine Pumpkosten.
Durchschnitt	9,75	136,65	94,82	15,22	396,70	10,49	88,76	8,37	283,27	56,35	114,34	34812	141	241	

ihre eigenen Grundstücke, hat außerhalb der Stadt mehrere große Ablagerungsplätze, in cementirten Gruben bestehend, und über 100 Pferde in Betriebe.

Im Jahre 1879 versandte die Gesellschaft im Ganzen 578632 Ctr. Jauche und Koth, davon auf der Landstraße in Summa 505632 Ctr. und auf der Eisenbahn 73000 Ctr. Da es nicht uninteressant ist, die Entfernungen bis zu welcher der Versandt erfolgte, sowie die betreffenden Preise kennen zu lernen, so gebe ich auf der folgenden Tabelle (p. 302 u. 303) nach Alex. Müller's Mittheilungen die hierauf bezüglichen Details.

Von Emden (s. p. 220) theilt M. Fleischer mit, daß daselbst

1866	100	Ctr.	Compost	loco	Emden	mit	14,63 Pf.
1868	"	"	"	"	"	"	13,92 "
1870	"	"	"	"	"	"	16,37 "
1872	"	"	"	"	"	"	15,99 "
1874	"	"	"	"	"	"	17,12 "
1876	"	"	"	"	"	"	18,18 "
und 1878	"	"	"	"	"	"	21,84 "

bezahlt wurden.

Diese Zahlen zeigen, wie mit der Erkenntniß von der Güte des Dung-Materials auch die Preise steigen und wie somit der Landwirth, sobald ihm die Stadt wirklich brauchbare Dungmasse anbietet, dieselben auch gern kauft und entsprechend bezahlt und sich nicht, wie von gewisser Seite gerne behauptet wird, ablehnend dagegen verhält. Es ist hier die allmählige Preissteigerung lediglich der vermehrten Nachfrage zuzuschreiben.

Von Groningen wird dann von M. Fleischer noch berichtet, daß hier die gesammte Reinigung der Stadt (Abfuhr der Latrinen und der Haus- und Küchenabfälle, Kehren der Straßen, Abfuhr des Straßenkehrichts und Entleerung der Schlammhänge der Straßenkanäle) auf Kosten der Gemeinde erfolgt. Die Privateimer werden jeden 2. Tag aus den Häusern geholt und in zweckmäßig construirte Wagen entleert, ebenso werden Haus- und Küchenabfälle abgeholt, die Tonnen der Bedürfnißanstalten täglich entleert, die Straßen 6—4 (die verkehrsreichen) resp. 2—3 Mal (die weniger belebten) gefegt, die Schlammfänge wöchentlich geleert und die Straßen bei trockenem Wetter vor dem Fegen gesprengt. Unter diesen Umständen ist es gewiß interessant, den Jahresabschluß der Groninger „Stadreiniging" kennen zu lernen. Im Jahre 1878 stellten sich die Einnahmen und Ausgaben wie folgt:

Einnahme für Compost und Jauche		Mk. 191344,35
Unterhaltungskosten des Materials	16249,45	
Arbeitslöhne	44075,59	
Pferdemiethe*)	33324,93	
Jäten der Straßen und Plätze	1048,90	
Kosten der öffentlichen Verkäufe	7190,29	
Druckkosten	739,79	
Besoldung der Beamten	11792,93	
Aufeisen der Wasserabflüsse	— ,—	
Bau und Unterhaltung der öffentlichen Bedürfnißanstalten	2976,96	
Ausgabe in Summa		" 117398,84
Reinertrag		Mk. 73945,51

*) Die zur Abfuhr nöthigen Pferde und Fuhrleute werden ausnahmslos durch Unternehmer gestellt.

I. auf der

auf	1—2	Kbm.	Entfernung	979	Fuhren	Jauche*)	à 2,50—3,00	Mark
„	2—3	„	„	5048	„	„	„ 3,00—3,50	„
„	3—4	„	„	2818	„	„	„ 3,50—4,00	„
„	4—5	„	„	2591	„	„	„ 4,00—4,50	„
„	5—6	„	„	1652	„	„	„ 5,00—5,50	„
„	6—7	„	„	418	„	„	„ 6,00—6,50	„
„	7—8	„	„	28	„	„	„ 8,00	„

Summa 13534 Fuhren Jauche à 32 Ctr. = 433088 Ctr.

II. auf der

auf	10—20	Kbm.	Entfernung	107	Lowrys	=	21400	Centner	Jauche
„	20—30	„	„	8	„	=	1600	„	„
„	30—40	„	„	5	„	=	1000	„	„
„	40—50	„	„	—	„	=	—	„	„
„	50—60	„	„	—	„	=	—	„	„
„	60—70	„	„	—	„	=	—	„	„
„	76	„	„	—	„	=	—	„	„

Summa 120 Lowrys = 24000 Centner Jauche.

Daß die **bedeutenden Brutto- und Netto-Einnahmen nicht vereinzelt dastehen**, geht aus folgender Zusammenstellung hervor.

Es betrug im Jahre

	1872	1873	1874	1875	1876	1877
Die Brutto-Einnahme	151139	172977	141551	157503	181749	192015
Der Reingewinn . .	64175	81600	47313	61200	81600	82960

Wir sehen daß in Groningen die Kosten der ganzen Stadtreinigung durch die Einahme aus den gesammten Abfällen der Stadt nicht nur gedeckt werden, sondern daß noch ein sehr hübscher Ueberschuß verbleibt!

Diese Zahlen bedürfen des weiteren Commentars nicht; sie zeigen auf das schlagendste die großen Vortheile, welche die Kasse der Commune bei rationeller Verwendung der Fäcalien sowie der andern Abfälle hat!

Sollte es mir in den vorhergegangen Zeilen gelungen sein, die hohe Bedeutung der menschlichen Excremente in landwirthschaftlicher und national-öconomischer Hinsicht, sowie die Nothwendigkeit der direkten Abfuhr, also der Ansammlung nach dem **Liernur**'schen oder **Tonnensystem** aus sanitäts-polizeilichen und finanziellen Gründen darzulegen, und dieselben in Folge dessen mit zu einer besseren Benutzung dieser Dungmassen, als sie im Allgemeinen bis jetzt leider geschehen ist, beitragen, so würde ich mich hoch belohnt fühlen.

---

1 Fuhre Jauche = ca. 32 Centner netto.

Landstraße.

141	Fuhren Kloake à	6,30	Mark	Summa 1120 Fuhren
739	" " "	6,30— 7,00	"	" 5787 "
965	" " "	6,30— 7,00	"	" 3783 "
98	" " "	7,00— 7,50	"	" 2689 "
157	" " "	7,50— 8,00	"	" 1809 "
131	" " "	9,00—10,00	"	" 549 "
36	" " "	10,00—12,00	"	" 64 "
2267	Fuhren Kloake à 32 Ctr. = 72544 Ctr.			Summa 15801 Fuhren = 505632 Centner

Eisenbahn.

168	Lowrys	= 27500	Ctr Kloake	Summa 48900 Centner
64	"	= 10500	" "	" 12100 "
49	"	= 7900	" "	" 8900 "
4	"	= 650	" "	" 650 "
10	"	= 1640	" "	" 1640 "
1	"	= 160	" "	" 160 "
4	"	= 650	" "	" 650 "
300	Lowrys	= 49000	Ctr. Kloake.	Summa 73000 Centner

Summa Summarum 578632 Centner

Nachtrag zu Seite 285.

Das v. Podewils'sche System ist bereits in Augsburg (60000 Einwohner) ausgeführt. Die Ausführung steht ferner unmittelbar in den Städten Stuttgart und Graz bevor. Mit vielen Städten des In- und Auslandes sollen schließlich Unterhandlungen im Gange sein.

Zur weiteren Characterisirung des nach dem Verfahren von v. Podewils gelieferten Fabrikates mögen noch die folgenden von F. Soxhlet-München publicirten Analysen dienen.

Poudrette erzeugt aus:	Phosphorsäure %	Stickstoff %	Verhältnis von Phosphorsäure zu Stickstoff wie
Stuttgarter Tonnen-Inhalt	3,50	7,52	1 : 2,15
" " "	2,73	9,96	1 : 3,60
Heidelberger " "	3,08	8,79	1 : 2,85
" " "	2,98	9,07	1 : 3,07
Augsburger " "	3,68	6,02	1 : 1.64
" " "	3,42	6,44	1 : 1,88
Münchener Latrinenflüssigkeit	0,92	9,38	1 : 10,20
" "	0,74	9,31	1 : 12,30
" "	0,83	9,56	1 : 11,50
" "	1,02	8,89	1 : 8,70

Diese Zahlen sind in zweierlei Beziehung von Interesse: sie zeigen einerseits von neuem den hohen Dungwerth der Podewils-schen Poudrette und anderseits die schließliche verschiedene Beschaffenheit der menschlichen Excremente je nach der Art ihrer Ansammlung. Bei der Fabrikationsmethode Podewils' geht ja nur das Wasser weg, somit muß das erzielte Product genau den Gehalt der Rohmasse an Nährstoffen darthun.

In den Gruben setzt sich ein Schlamm ab, welcher aus einem Theil des Kothes und gewissen Bestandtheilen des Harnes besteht, und welcher in Folge dessen reicher an Phosphorsäure und ärmer an Stickstoff als die darüber befindliche Flüssigkeit ist. Die Hauptmenge des Grubeninhaltes ist daher ärmer an Koth- und reicher an Harnbestandtheilen. Es folgt hieraus, daß derjenige, welcher den auf pneumatischen Wege entleerten Inhalt der Gruben für Düngerzwecke bezieht, vorwiegend Stickstoff und wenig Phosphorsäure erhält und daß derjenige, welcher den mit Eimern ausschöpften Schlamm abführt, mehr Phosphorsäure als Stickstoff und überdieß einen weniger wässrigen Dünger bekommt.

Capitel VII.

Der Compost.

§. 170.

A. Allgemeines.

Der Compost oder Mengedünger ist für den Landwirth von so großer Wichtigkeit, daß er keinem Gute fehlen dürfte. Der Beweis für diesen Ausspruch kann leider noch nicht durch die landwirthschaftliche Praxis voll erbracht werden, denn, wenn dies der Fall sein sollte, müßten wir wenigstens auf den bei weitem meisten Gütern Compostbereitung vorfinden. Dem ist aber nicht so. Wenn auch anerkannt werden muß, daß in den letzten zwölf Jahren eine wesentliche Besserung in dieser Richtung eingetreten ist, so giebt es doch noch viele Güter, auf denen keine Compostbereitung stattfindet, aber noch sehr viel mehr, welche zwar Compost bereiten, aber nicht in rationeller Weise, weshalb auch der Werth dieses Compostes lange nicht der ist, der es sein müßte.

Der Compost wird auf den Gütern, auf denen derselbe bereitet wird, auf sehr verschiedene Art dargestellt; in Folge dessen ist natürlich auch die Zusammensetzung und der Dungwerth desselben ein sehr mannigfaltiger.

Der Compost ist durchaus kein billiger Dünger, wenn er wirklich rationell dargestellt wird, denn er verlangt viel Arbeit, Gespannkraft 2c., aber geschieht seine Bereitung wie es sein soll, so ist er ein sehr werthvoller Dung für Feld und Wiese, ja für letztere das beste, was für ihre Verbesserung überhaupt, natürlich nachdem die Grundbedingungen für eine brauchbare Wiese erfüllt sind, geschehen kann.

Die Hauptfehler, welche bei der Compostbereitung gemacht werden, bestehen darin, daß

1. nicht alle Dungquellen, welche die Wirthschaft darbietet, benutzt, und

2. daß die Benutzten nicht richtig angewendet werden, und so aus denselben nicht ein brauchbarer und wirksamer Dung hervorgehen kann.

Zur Compost-Bereitung muß alles dasjenige, was in der inneren, sowie äußeren Wirthschaft abfällt und Dungwerth hat, aber zum Theil an und für sich nicht als Dünger verwerthet werden kann, oder doch mit andern Stoffen im Verein einen höheren Dungwerth erhält, angewendet werden.

Unter Compost verstehe ich die Vereinigung aller dieser Stoffe zu einer kräftigen Dungmasse.

Werden die oben im Allgemeinen bezeichneten Stoffe zum Compost verwendet, und ist die Bereitung und Behandlung desselben eine rationelle, so ist derselbe für den Landwirth ein außerordentlich werthvoller Dung — eine Düngersparkasse, wie Stöckhardt ihn mit Recht nennt — und verdient dann, natürlich aber auch nur dann die Stelle, welche ich ihm in der Reihenfolge der Dungstoffe angewiesen habe. Daß der auf die vielfach gebräuchliche Art erhaltene Compost diese Stelle nicht einnehmen kann, bedarf der Worte weiter nicht.

Bemerkt mag hier noch werden, daß der gesammte Stallmist nicht zur Compostbereitung verwendet werden darf, wie dies eine Zeit lang in England geschah und sich von da nach Deutschland verbreitet hat; es ist dies aber auch in England bereits längst wieder aufgegeben.

Daß die Compostbereitung auch in Deutschland schon längst bekannt und als wichtig empfohlen ist, beweist eine kleine prämiirte Schrift vom Jahre 1801 von B. Neumann. Derselbe schlägt als Materialien vor: Sägespähne, Torf, Salpeter oder Vitriol oder Kochsalz, zunächst für sich zu verarbeiten und dann nach einigen Wochen Thon und Sand oder besser Dammerde, ferner Kalk, Asche und gebrannte Knochen zuzusetzen.

§. 171.

B. Die zur Compostbereitung zu verwendenden Materialien.

Zur Compostbereitung müssen benützt werden:

1. Thierische Abfälle, wie da sind Fleisch und Eingeweide gefallener Thiere, Blut und Eingeweide geschlachteter Thiere, soweit sie nicht anders verwerthet werden können, dann Knochen, Haare, Federn, Borsten, Hörner und Klauen geschlachteter und gefallener Thiere; ferner Engerlinge, Raupen, Maikäfer, Schnecken 2c.; dann finden hier auch die thierischen Abfälle aus Fabriken vielfach die beste Verwendung.

2. Die verschiedenartigsten Abfälle der Pflanzen, wie Kartoffelkraut, Unkräuter jeglicher Art, Sägespäne, Maiskolben u. s. w., u. s. w., dann auch Abfälle von technischen Gewerben: z. B. von der Flachsbereitung, Malzkehricht u. s. w.

3. Abtrittsdünger.

4. Kehricht aus dem Hofe, den Scheunen und Wohnungen; ferner Abraum von den Wegen und Chausseen, der Auswurf aus den Gräben, Schlamm u. s. w.

5. Asche von Holz-, Torf-, Braun- und Steinkohlen.

6. Bauschutt und alles hierher Gehörige.

7. Moder, Moor- resp. Torf- und andere Erde.

8. Jauche.

Da es bei der Compostbereitung durchaus nothwendig ist, die Zusammensetzung und Eigenschaften der Körper, welche zu derselben verwendet werden, zu kennen, so werden wir uns zunächst durch Analysen über die chemische Zusammensetzung der einzelnen Materialien Kenntniß verschaffen müssen.

Der wirklich gute Compost muß die zur Ernährung der Pflanzen nothwendigen Stoffe in der entsprechenden Menge und im assimilirbaren Zustande enthalten, sowie auch auf die physikalischen Eigenschaften des Ackers günstig influiren. Das Hauptgewicht in Betreff der Pflanzennährstoffe wird auch hier auf den Stickstoff, die Phosphorsäure und das Kali zu legen sein.

C. Zusammensetzung der zur Compostbereitung dienenden Materialien.

§. 172.

1. Thierische Abfälle.

a. Fleisch.

Nach Lehmann enthält das Rindfleisch in 100 Theilen:

Wasser	74—80	
Fleischfaser	15,4—17,7	Stickstoff = 2,862—3,656
Leimgebende Substanz	0,6— 1,9	
Albumin	2,2— 3,0	
Kreatin	0,07— 0,14	
Fett	1,5 — 2,80	
Milchsäure	0,60— 0,68	

Phosphorsäure . . .	0,66— 0,70
Kali	0,50— 0,54
Natron	0,07— 0,09
Chlornatrium	0,04— 0,09
Kalkerde	0,02— 0,03
Magnesia	0,04— 0,05.

An der Luft getrocknetes Pferdefleisch besteht nach Soubeiran aus:

Wasser	10,0	
Thierischer Substanz . .	84,8	(Stickstoff = 13,23 %)
Phosphorsaurem Kalk .	2,4	
Erdigen Bestandtheilen .	2,8	
	100,0	

Dies Fleisch war vorher in Dampf gekocht, wodurch es das Fett und den größten Theil der Salze verloren hatte.

P. Petersen verdanken wir Untersuchungen über Wasser und Stickstoffgehalt vom Rind, Schwein, Hammel, Kalb und Pferd; untersucht wurden von je 2 Thieren die Vorder- und Hinterschenkel. Die Mittelzahlen seiner Untersuchungen sind:

	Wasser	Stickstoff
Rind	76,59	3,29
Schwein	74,24	3,25
Hammel	76,67	3,15
Kalb	78,85	3,18
Pferd	74,69	3,48
Durchschnitt	76,21	3,27

Huppert bestimmte den Stickstoffgehalt des Rindfleisches im Mittel von 39 Analysen zu 3,301 % (2,97—3,52 %). Bemerkt muß werden, daß Huppert nicht ganz frisches Fleisch untersuchte, wie dies von Petersen geschehen.

J. Nowack*) fand in der Muskelpartie beim Rinde, Pferde und Hunde etwas höheren Stickstoffgehalt und zwar:

beim Rinde (untersucht das Fleisch von 3 Rindern) im Mittel von 8 Untersuchungen 3,632 % (3,443—3,780 %);

beim Pferde (untersucht das Fleisch von 2 Pferden) im Mittel von 10 Untersuchungen 3,768 % (3,631—3,972 %);

und beim Hunde (Untersuchung von 3 Partien eines Hundes) im Mittel von 7 Bestimmungen 3,803 % (3,528—4,310 %).

Ferner liegen von Cn. Mène zahlreiche Untersuchungen von Fleisch von verschiedenen Körperstellen des Ochsen, Kalbes, Hammels und Schweines vor, welche die folgenden Resultate ergeben haben.

---

*) Während allgemein, so auch von Petersen und Huppert, der Stickstoff durch Verbrennung mit Natronkalk bestimmt wird, hat Nowack seine Stickstoffbestimmungen durch Glühen mit Kupferoxyd auf gasvolumetrischem Wege ausgeführt, weil nach ihm die erstere Methode zu niedrige Zahlen ergiebt.

Bezeichnung des Fleisches.	Wasser.	Elementarzusammensetzung.				
		Stickstoff %	Kohlenstoff %	Wasserstoff %	Asche %	Sauerstoff u. Verlust %
I. Fleisch von Ochsen.						
Halsstück	70,35	4,31	22,16	8,10	1,41	64,02
Seitenstück	68,50	2,38	25,79	7,89	1,01	62,93
Schenkel (Hinterviertel)	70,90	4,44	23,17	8,09	0,78	63,52
Lendenstück	71,20	3,51	22,57	8,15	0,75	65,02
Nierenstück	69,89	2,62	25,62	7,53	1,22	63,11
Zunge	68,68	2,19	25,77	7'69	0,93	63,42
Bugstück	70,83	4,42	21,32	8,29	1,45	64,52
Rückenstück	74,60	3,06	23,82	8,38	0,93	63,81
Seitenstück (Entre côte)	72,10	3,35	22,47	8,12	0,95	65,11
Vorderbug	75,29	3,18	20,69	8,37	1,13	66,63
Wangenstück	75,28	4,18	18,22	8,48	1,04	68,08
Stück vom Gelenkknopf	68,91	5,12	22,47	8,02	0,90	63,49
Oberlendenstück	70,25	2,46	24,66	7,72	2,02	63,14
Schwanzstück	72,50	3,55	19,13	8,42	1,01	68,08
Bruststück	72,10	4,29	22,34	8,06	0,79	64,52
(Trauche)	71,20	6,12	19,61	8,36	1,51	64,39
(Faux-filet)	71,40	4,52	21.74	8,21	2,01	63,52
(Faux-gite)	70,52	6,47	20,25	8,05	1,71	63,52
Schwanz	60,18	2,16	23,79	8,12	0,88	65,05
Herz	68,76	4,98	23,56	8,01	0,57	62,88
Hirn	77,95	1,73	11,30	9,78	6,78	70,41
Lunge	83,10	3,38	19,34	8,51	6,78	62,04
Leber	72,96	3,02	21,63	8,22	1,14	65,99
Knochenmark	3,49	0,06	69,17	11,68	2,68	16,41
II. Fleisch vom Kalbe.						
Bruststück	69,660	2,300	22,696	7,984	1,775	65,245
Halsstück	75,215	2,300	21,100	8,470	1,075	67,055
Nierenstück	76,250	2,860	22,150	8,500	1,508	64,982
Niere	72,850	3,740	20,394	8,503	1,250	66,113
Rippenstück (cotelette)	72,660	2,520	22,516	8,079	1,655	65,230
Bugstück	76,570	2,920	20,366	8,576	1,710	66,423
Halsstück	85,445	0,970	18,920	5,098	0,092	74,920
III. Fleisch vom Hammel.						
Hammelskeule	75,500	1,680	28,836	8,827	1,472	59,285
Bugstück	75,700	1,895	27,817	9,033	1,255	60,000
Rippenstück (cotelette)	75,502	1,692	27,311	9,585	1,620	59,892
Halsstück	74,528	1,575	28,508	9,513	1,318	59,086

Bezeichnung des Fleisches.	Wasser.	Elementarzusammensetzung.				
		Stickstoff %	Kohlenstoff %	Wasserstoff %	Asche %	Sauerstoff u. Verlust %
IV. Fleisch v. Schweine.						
Niere	74,200	2,303	35,150	8,090	0,972	55,385
Lendenstück	73,150	2,520	34,680	8,258	1,100	53,542
Rippenstück (cotelette) . .	73,000	2,160	32,575	8,005	0,255	56,303
Schinken.	69,600	3,140	34,100	8,100	1,140	53,520
Kleiner Schinken	69,320	3,700	34,188	8,117	1,097	52,896
Seitenstück	74,110	2,855	32,090	7,998	0,985	56,080

Ferner mögen noch die folgenden Aschen-Analysen von Fleisch verschiedener Thiere hier ihren Platz finden.

	Rind.	Kalb.		Schwein.	Pferd.	Hund. Mittel aus 4 Analysen.
	Die Analyse von					
	Staffel	Dietrich	Staffel	Echevaria	Weber	Ad. Jarisch
Kali	37,45	44,81	34,40	35,83	39,95	3,83
Natron . . .	6,58	—	7,96	4,31	5,64	14,41
Kalk	5,09	0,83	1,99	7,15	1,80	1,25
Magnesia . .	2,35	2,11	1,45	4,56	3,88	0,65
Eisenoxyd . .	0,96	0,75	0,27	0,33	1,00	8,34
Phosphorsäure	39,28	33,06	48,13	42,16	46,74	12,32
Schwefelsäure .	1,77	3,52	—	—	0,30	4,01
Kieselsäure . .	1,52	2,26	0,81	2,74 (Sand)	—	—
Chlor. . . .	6,42	6,10	5,61	0,59	0,89	51,81
Aschen-Procente der Trockensubstanz . .	6,02	8,3	6,93	—	7,218	0,8922
Aschen-Procente des frischen Fleisches . .	2,20	—	3,10	—	—	—
Wasser . . .	72,63	—	77,64*)	78,3**)	—	—

Nach den Untersuchungen Keller's gehen beim Kochen in die Fleischbrühe 82 % über, es werden somit $^4/_5$ aller Salze ausgezogen (Ochsenfleisch).

§. 173.

b. Blut.

Die elementare Zusammensetzung des getrockneten Ochsenblutes ist nach Playfair und Böckmann:

Kohlenstoff	52,0
Wasserstoff	7,2
Stickstoff	15,1
Sauerstoff	21,3
Asche	4,4
	100,0

*) Nach Schloßberger 78,2, nach v. Bibra 78,06.
**) Nach Schloßberger.

Die Blutasche ist vielfach untersucht worden; die folgenden Analysen mögen die Zusammensetzung der Asche des Blutes der einzelnen Thiere repräsentiren.

	Ochsen.		Kalb.	Schaf.	Schwein.	Hund.
	Rose	Dietrich	Verdeil*)	Verdeil*)	Verdeil*)	A. Jarisch**)
Chlornatrium	36,16	50,10	54,86	53,86	45,41	51,71
Natron	27,08	12,36	10,39	13,36	6,48	14,68
Kali	10,66	6,72	10,77	6,61	20,37	3,83
Kalkerde	1,77	1,28	1,72	1,05	1,55	1,25
Magnesia	0,73	1,13	1,17	0,56	1,09	0,65
Eisenoxyd	6,84	11,78	7,98	8,93	9,30	8,34
Phosphorsäure	7,21	5,89	7,55	5,10	12,52	12,32
Schwefelsäure	0,42	6,04	1,27	1,78	1,54	4,01
Kieselsäure	1,19	2,06	—	—	—	—
Kohlensäure	7,94	0,53	3,67	6,72	0,52	—
Aschen-Procente	—	3,64	—	—	—	0,864

Der Wassergehalt des Blutes ist sowohl bei demselben Thiere, wie bei den einzelnen Arten verschieden; bei den Menschen variirt derselbe zwischen 76,97 und 80,68; beträgt somit im Durchschnitt 79,06 %.

Nach Poggiale beträgt

	der Wassergehalt	Aschengehalt
des Ochsenblutes	79,61	0,87
„ Kuhblutes	78,82	0,10
„ Kalbblutes	83,52	1,12
„ Hammelblutes	79,80	1,00

Ueber das Verhältniß des Blutes zum Körpergewicht liegen von W. Brozeit, J. Ranke und Steinberg einige Angaben vor: Bei Kaninchen fand Brozeit das Verhältniß = 1 : 15,9, Ranke im Mittel = 1 : 19,4 (1 : 13,5 kleine Thiere bis 1 : 30 große, sehr fette Thiere); Brozeit: bei den Katzen = 1 : 18,3; Steinberg: bei den Hunden und zwar ganz jungen 1 : 16,2—17,8, erwachsenen 1 : 11,2—12,5; Ranke = 1 : 14,7 und letzterer bei Katzen = 1 : 21,4***).

§. 174.

c. Knochen.

In Betreff der Zusammensetzung der Knochen verweise ich auf das Kapitel „die phosphorsäurereichen Dungmittel."

d. Haare, Borsten, Wolle.

Nach Scheerer ist die elementare Zusammensetzung der organischen Substanz der Haare 2c., wie folgt:

---

*) Mittel aus 2 Untersuchungen.

**) Mittel von 4 Untersuchungen. Die Aschenmenge bezieht sich auf frisches Blut.

***) Weitere Angaben hierüber betreffend unsere Haussäugethiere: Meine Statik des Landbaues (Düngerlehre Bd. III.) pag. 150 u. f.

Kohlenstoff	50,65
Wasserstoff	6,41
Stickstoff.	17,64
Sauerstoff und Schwefel	25,30

Elementarzusammensetzung der aschefreien Wollfaser nach Märcker und E. Schulze:

	Wolle von Landschafen				Rambouillet-Vollblutschafe	
	2	3	4	5	7	8
Kohlenstoff	49,25	49,49	49,67	49,89	49,48	50,46
Wasserstoff	7,57	7,58	7,26	7,36	7,19	7,37
Stickstoff	15,86	15,55	16,01	16,08	15,54	15,78
Schwefel.	3,66	3,73	3,41	3,57	3,69	3,43
Sauerstoff	23,66	23,65	23,65	23,10	24,00	21,01
Asche der Wollfaser . . .	6,08	0,11	0,37	0,24	0,19	0,23

Der Schwefelgehalt nach v. Laer 5 %. Der Aschengehalt nach demselben zwischen 0,54 (braune) und 1,85 (rothe) schwankend.

Hauptaschenbestandtheile der Haare nach Baudrimont sind: Kieselsäure, Kali- und Natronsalze, phosphorsaurer Kalk ($^1/_{10}$—$^1/_3$ der Asche) und Eisenoxyd.

e. Hornsubstanz.

Nach Mulder ist die elementare Zusammensetzung derselben die folgende:

	Pferdehuf:	Kuhhorn:
Kohlenstoff	51,41	51,03
Wasserstoff	6,96	6,83
Stickstoff	17,46	16,24
Sauerstoff	19,94	22,51
Schwefel.	4,23	3,42

Aschengehalt gegen 1 %.

f. Maikäfer.

Die Maikäfer bestehen nach Stöckhardt (I.) und von Wolff (II.) aus:

	I.	II.
Wasser . . .	66,80	70,45
Fettes Oel . .	3,80	2,15
Proteïn . . .	24,77	18,65
Chitin . . .		4,76
Asche	1,40	2,30

Stöckhardt berechnet hiernach den Dungwerth eines preußischen Scheffels (40 ℔) zu 80—100 ₰.

g. Schnecken, Engerlinge, Würmer u. s. w.

Das Gehäuse der Schnecken besteht vorherrschend aus kohlensaurem Kalke; ebenso die Muschelschalen und die Panzer einiger Crustaceen. Ueber die Zusammensetzung der Thiere selbst, sowie der Engerlinge, Würmer ꝛc. liegt bis jetzt die folgende Analyse von Weigelt vor. Die Substanz derselben ist

stickstoffreich, und deshalb zur Düngung und vor Allem zur Anwendung im Komposthaufen sehr geeignet.

Nach Wicke ist das Gehäuse und der Schalendeckel von **Helix pomatica** (Weinbergsschnecke), wie folgt, zusammengesetzt:

	Gehäuse:	Deckel:
Kohlens. Kalk	96,07	86,75
„ Magnesia	0,98	0,96
Phosphors. alk. Erden	0,85	5,36
„ Eisenoxyd		0,16
Kieselsäure	1,15	0,35
Organische Substanz	0,95	6,42
	100,00	100,00

E. Weigelt fand die Zusammensetzung der Weinbergsschnecke in der Trockensubstanz, wie folgt:

Proteïnkörper	52,88
Fett	5,86
Sonstige organ. Stoffe	28,14
Kalkerde	4,02
Magnesia	0,63
Kali	1,14
Natron	1,95
Phosphorsäure	2,20
Sand und Unlösliches	0,57
Kohlensäure und Verlust	2,61
	100,00
Stickstoff	8,46 %

Die Schalen enthielten 97,5 % kohlensauren Kalk. Weigelt giebt dann noch an, daß 100 Stück 1093,8 Grm. wogen und aus:

18,01 % Schalen,
11,84 % trocknen Thieren,
und 70,15 % Wasser

bestanden.

§. 175.

2. Abfälle von Pflanzen.

Was die Zusammensetzung der verschiedenartigsten Abgänge der Culturpflanzen anbetrifft, die bei der Compostbereitung Anwendung finden, so bedarf es hier specieller Analysen derselben nicht, da der erste Band das zur Kenntniß derselben nothwendige Material hinlänglich enthält.

Für die Kenntniß der Zusammensetzung der häufig vorkommenden Unkräuter sind auf der folgenden Tabelle eine Anzahl von Analysen zusammengestellt.

Analysen einer Anzahl von Unkräutern.

	Anacharis Alsinastrum. Wasserpest. J. Fittbogen.	Arenaria media Sauerkraut. Blühnd. Pflanze. Ed. Harms.	Arenaria rubra Sandkraut. Ganze Pflanze. Ed. Harms.	Arum maculatum. Gemein. Aron. Blätter. E. Rode.	Arundo s. Psamma arenaria. Halm- oder Sandhafer v. Borkum. Frische Blätter über der Erde abgeschnitten. W. Wicke.	Carduus acaulis. Distel. Bölcker.	Chelidonium claucium. Schöllkraut, a. Hornmohn. Stengel. E. Cloez.	Chelidonium claucium. Schöllkraut. a. Hornmohn. Samen. E. Cloez.	Chenopodium album. Gemeinster Gänsefuß. Ganze Pflanze. Lunken.	Cnicus lanceolatus. Kratzkraut. Ganze Pflanze. Anderson.	Chrysanthemum segetum. Wucherblume. Ganze Pflanze. Anderson.	Centaurea nigra. Schwrz. Flockenblume. Ganze Pflanze. Anderson.
Wassergehalt	77,33	83,48	73,85	88,00	—	—	—	—	—	—	76,10	70,56
Aschengeh. d. frisch. Substanz	5,00	4,60	2,56	—	—	—	—	—	—	—	1,86	—
Aschengeh. d. Trockensubstanz	—	27,88	9,75	10,12	—	—	4,58	9,32	13,19	35,34	—	—
Stickstoff	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,37	—
100 Theile der kohlen- und sandfreien Asche enthalten:												
Kali	8,62	15,21	33,89	16,75	29,81	27,40[1]	15,60	7,99	42,21	2,86	30,93	21,34
Natron	4,88	32,98	11,14	8,64	4,02	—	17,43	3,76	—	27,54	9,39	10,18
Kalkerde	52,02	3,03	7,79	28,74	16,51	41,44	32,74	52,07	32,23	7,69	19,91	21,09
Magnesia	8,74	4,93	8,20	8,53	3,98	4,40	3,79	8,11	5,62	3,04	4,81	7,61
Eisenoxyd	1,64	0,77	3,51	2,29	1,39	2,01	0,93	7,11	3,04	—	4,44	3,66
Thonerde	—	1,37	2,77	0,15	—		—	—	—	—	—	—
Manganoxyd	—	—	—	0,60	—	—	0,02	0,95	—	—	—	—
Phosphorsäure	2,84	2,67	8,84	6,27	6,94	5,36	2,71	15,37	6,27	4,50	8,20	7,58
Schwefelsäure	—	3,81	8,18	5,26	3,62	2,92	6,65	1,03	3,85	4,13	8,53	8,63
Kieselsäure	16,11	3,24	7,17	3,81	18,45	3,50[2]	4,77	3,76	1,30	2,88	4,12	4,74
Kohlensäure	—	8,97	4,63	17,54	7,52	12,07	—	—	21,38	—	—	—
Chlor	2,48	29,73	5,01	1,46	10,01	—	19,97	0,88	6,59	15,53	12,49	7,72

[1]) Und Chlorkalium. [2]) Und Sand.

Analysen einer Anzahl von Unkräutern.

	Euphorbia amygdaloides. Mandelblättrige Wolfsmilch. Bodenkieselr. C. Wittstein.	Euphorbia amygdaloides. Mandelblättrige Wolfsmilch. Boden kieselarm. C. Wittstein.	Galeopsis Ladanum. Acker-Hohlzahn. Unkraut für Kalkboden. Dietrich.	Galeopsis Tetrahit. Gemeiner Hohlzahn. C. Thoms.	Herniaria glabra. Kahles Bruchkraut. Kieselboden. C. Wittstein.	Herniaria glabra. Kahles Bruchkraut. Dolomitboden. C. Wittstein.	Matricaria inodora. Mutterkraut. Ganze Pflanze. Anderson.	Mercurialis perennis. Ausdauerndes Bingelkraut. Kraut m. Frucht. R. Reitler.	Nymphaea alba. Weiße Seerose aus dem Oberteich i. Königsberg Rhizom. H. Bschiesche.	Plantago maritima. Meerstrands-Wegerich. Die grünend. Theile. Harms.	Ranuncul. repens. Kriechender Hahnenfuß. Ganze Pflanze. Anderson.	Rumex crispus. Krauser Ampfer. Ganze Pflanze. Anderson.
Wassergehalt	—	—	—	—	—	—	77,14	15,6	—	79,52	85,15	—
Aschengehalt d. frisch. Substanz	—	—	—	13,72[2])	—	—	1,13	—	—	3,91	2,67	—
Aschengehalt d. Trockensubstanz	5,936	4,850	6,99	—	7,132	6,622	—	11,5	—	19,12	—	—
Stickstoff	—	—	—	—	—	—	0,206	—	—	—	0,21	—
100 Theile der kohlen- und sandfreien Asche enthalten:												
Kali	33,44	15,36	6,82	41,26	24,38	8,68	28,98	14,35	7,91	9,63	34,61	28,11
Natron	2,96	1,03	13,80	1,75	6,40	4,79	9,96	6,84	38,90	33,14	13,93	7,95
Kalkerde	15,12	33,14	24,93	23,43	14,35	30,40	23,96	31,57	6,59	6,59	17,59	30,65
Magnesia	4,37	4,80	11,34	6,04	6,30	14,84	9,23	5,59	0,28	4,71	6,42	12,10
Eisenoxyd	0,41	0,66	4,72	0,91	1,04	0,48	3,08	0,27	3,02	1,21	3,79	2,79
Thonerde	1,06	1,33	—	—	1,32	1,76	—	—	—	0,77	—	—
Manganoxyd	0,34[1])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	5,41	4,47	18,74	9,74	9,73	8,42	5,91	2,74	11,53	2,01	4,56	3,24
Schwefelsäure	7,14	3,73	4,34	3,75	1,72	1,75	9,48	0,98	2,20	4,97	7,22	4,95
Kieselsäure	12,09	8,68	13.55	10,79	14,45	6,37	2,86	0,84	1,26[3])	3,76	5,41	4,49
Kohlensäure	15,83	25,97	—	—	17,69	21,51	—	27,14	18,00	—	—	—
Chlor	1,78	0,83	2,25	2,93	2,62	1,06	8,45	9,18	12,53	42,90	8,35	7,39

[1]) Manganoxyduloxyd. [2]) Des Heues. [3]) Und Sand und Kohle.

Analysen einer Anzahl von Unkräutern.

	Rumex acetosa. Gem. Ampfer. Ganze Pflanze. Anderson.	Senecio vernalis. Frühlings-Kreuzkraut. Wurzel. R. Heinrich.	Senecio vernalis. Frühlings-Kreuzkraut. Kraut. R. Heinrich.	Sinapis arvensis. Feld-Senf. Ganze Pflanze. Anderson.	Senecio vulgaris. Gem. Kreuzkraut. Ganze Pflanze. Anderson.	Senecio Jacobaea. Jacob's Kreuzkraut. Ganze Pflanze. Anderson.	Trapa natans. Gemeine Wassernuß. Hoch-, Niederblätter u. Wurzel im Juni-Kgef. Klinckfied.	Triticum repens. Quecke. Bölcker.	Tussilago Farfara. Gemeiner Huflattig. Ganze Pflanze. Anderson.
Wassergehalt	86,03	77,89	82,12	80,45	88,47	78,86	—	—	86,66
Aschengehalt d. frisch. Substanz	1,01	—	—	2,01	1,45	5,04	—	—	2,13
Aschengehalt der Trockensubstanz	—	4,11	2,31	—	—	—	—	—	—
Stickstoff	0,32	—	—	0,58	0,26	0,24	—	—	0,31
100 Theile der kohlen- und sandfreien Asche enthalten:									
Kali	33,93	30,57	32,70	19,72	29,85	39,91	6,06	10,02	28,24
Natron	7,91	5,61	1,68	7,69	18,54	6,89	2,71	7,46	2,36
Kalkerde	18,36	9,49	20,40	33,71	16,11	14,57	17,65	5,58	21,10
Magnesia	9,56	3,42	4,43	3,62	6,69	4,58	5,15	0,04	8,86
Eisenoxyd	3,52	5,98	2,77	3,75	2,46	2,98	23,40	12,40 (Eisenoxyd und Thonerde)	1,02
Thonerde	—	—	—	—	—	—	—		—
Manganoxyd	—	—	—	—	—	—	14,70[2])	—	—
Phosphorsäure	6,80	11,02	8,93	12,18	7,63	8,34	—	9,88	4,44
Schwefelsäure	7,82	2,60	4,05	14,07[1])	6,32	10,74	2,53	5,33	26,55
Kieselsäure	2,89	3,18	3,94	Spur	3,08	1,68	27,84	24,92[3])	—
Kohlensäure	—	25,51	17,00	—	—	—	—	5,80	—
Chlor	11,31	3,88	5,29	7,80	12,08	13,97	0,46	2,08	7,83[4])

[1]) Und Schwefel. [2]) Manganoxydulroxyd. [3]) Und 17,50 Sand. [4]) Und 1,29 Schwefel.

Analysen einer Anzahl von Unkräutern.

	Urtica dioica*). Große Nessel. Stengel. Anderson.	Urtica dioica*). Große Nessel. Blätter. Anderson.
Wassergehalt	82,06	75,65
Aschengehalt der frischen Substanz	1,66	4,34
Aschengehalt der Trockensubstanz	—	—
Stickstoff	0,34	0,92
100 Theile der kohlen- und sandfreien Asche enthalten:		
Kali	48,91	15,16
Natron	2,75	2,03
Kalkerde	20,08	36,40
Magnesia	5,89	8,43
Eisenoxyd	3,14	6,40
Thonerde	—	—
Manganoxyd	—	—
Phosphorsäure	5,38	10,30
Schwefelsäure	6,13	10,58
Kieselsäure	—	8,06
Kohlensäure	—	—
Chlor	9,98	3,34

*) Stengel 47,48 %, Blätter 52,52 %.

§. 176.

3. Abtrittdünger.

Die Zusammensetzung der menschlichen Excremente ist im VI. Kapitel dieses Bandes besprochen, so daß hier nur auf das dort Angeführte verwiesen zu werden braucht.

§. 177.

4. Kehricht vom Hofe, den Scheunen, Wohnungen, Abraum von den Wegen und Chausseen, Auswurf aus den Gräben, Schlamm ꝛc.

a. Kehricht vom Hofe.

Der Hof muß, wenn er proper erhalten werden soll, was bei jeder ordentlichen Wirthschaft nothwendig ist, öfters gekehrt werden. Dies Fegen des Hofes empfiehlt sich, einem Arbeiter wöchentlich einmal in Accord zu geben. Das hierbei Zusammengebrachte findet zunächst am besten seinen Platz in dem Compost-

haufen; es besteht aus den Excrementen der Thiere, aus Stroh, Spreu u. dergl. und Erde; daß somit der Dungwerth dieser Masse ein gar nicht unwesentlicher ist, bedarf des Beweises weiter nicht.

b. Kehricht aus den Scheunen, Futterböden ꝛc.

Beim Dreschen und Reinmachen des Getreides fällt eine Masse feinen Staubes ab, der hier größtentheils pflanzlichen Ursprungs (Unkrautsamen) ist und sich deshalb natürlich zur Düngung für Pflanzen sehr gut eignet.

v. Schwerz berichtet, daß er bei der Uebernahme der zweiten Wirthschaftshälfte in Hohenheim eine Menge Staub von den Heu- und Fruchtboden, sowie vor den Scheunen ganze Lager von verrottetem Abdrusche von Raps und Getreide ererbte. Als er hiervon zunächst eine Probe in einen Jauchenkasten werfen ließ, war der ganze Haufen nach 10—14 Tagen nur ein Leben unzähligen Gewürms und roch so, daß es alle Vorstellung überstieg. Der Beweis der Güte sprach sich also für zwei Sinne aus.

c. Kehricht aus Wohnungen.

Der Kehricht aus den Wohnungen hat meistens nur einen geringen Werth, leistet aber im Verein mit den anderen Materialien ebenfalls das Seine.

§. 178.

d. Abraum von den Wegen.

Auf den Wegen finden sich einerseits Excremente der verschiedensten Art, dann Stroh ꝛc. Der Abraum von den Wegen wird somit aus diesen Stoffen, sowie aus feinem Thon- und Sandtheilen bestehen und deshalb als Dünger nicht zu verachten sein.

e. Abraum von den Chausseen.

Außer den Abfällen von Thieren u. s. w. besteht dieser Abraum aus dem feinen Chausseestaube, welcher, wenn die Chaussee nicht aus reinem Quarz erbauet, was ja selten der Fall ist, die feingemahlenen Mineralien, die zum Bau der Chaussee gedient haben, repräsentirt; die zum Bau der betreffenden Chaussee benutzten Gesteine sind leicht erkennlich. Meistens dient Granit, Basalt, Syenit, Porphyr u. s. w. als Material; alle diese Gesteine enthalten Alkalien, alkalische

Erden u. s. w., und somit geben wir unserm Boden durch den Chausseestaub diese soeben genannten Pflanzennährstoffe*).

Um einen Beweis für das Obengesagte und zugleich ein Bild von der Beschaffenheit des Straßenkehrichts zu geben, mögen die folgenden Analysen hier Platz finden.

1. Wander untersuchte den Abraum von einer Straße in der Nähe von Bern..

2. Peters den Straßenschlamm einer mit Granit gepflasterten Chaussee in der Nähe von Schmiegel (Posen), nachdem im Frühjahr der Schnee aufgethaut war.

3. J. Breitenlohner analysirte einen Straßenabraum, gebildet aus zertrümmerten und zerriebenen Basaltschotter untermischt mit Excrementen von Pferden.

4. Von K. Vogt liegt eine Analyse eines basaltischen Chausseestaubes vor. Der zum Steinschlag benutzte Anamesit war im Herbst des Vorjahres aufgebracht worden; die entstandene Staubmasse im Februar in Haufen gebracht und die Probe im März entnommen.

	1.	2.	3.	4.
Wasser	1,00	—	10,04	8,14
Organ. Substanz	7,21	11,66	1,86	3,45
Eisenoxyd	11,47	4,42	5,16	12,24**) Eisenoxyduloxyd
Thonerde	4,95	2,87	13,97	5,07**)
Kalkerde	7,84	0,81	2,70	4,25
Magnesia	0,47	0,09	0,11	1,60
Kali	0,05 (Kali + Natron)	0,12	0,59	1,00
Natron		0,20	0,64	1,69
Phosphorsäure	0,51	0,69	0,02	0,08
Schwefelsäure	0,67	0,25	0,07	0,62 Gyps
Kieselsäure	1,79	2,22	0,24	29,07**)
Kohlensäure	5,81	0,59	0,71	—
Chlor	—	—	0,27	—
Unlösliches (Sand, Thon zc.)	57,76	76,08	73,71	32,70***)
Stickstoff	0,21	0,43	0,24	0,059

Daß in dem in Säuren Unlöslichen noch reichliches Material für weitere Entstehung von löslichen Alkalien u. s. w. enthalten ist, bedarf nur erwähnt zu werden.

Als ferneren Beweis für den Werth des Chausseeabraums und zugleich als interessanten Nachweis, wie leicht wirklich Gutes auch bei dem kleinen Landwirth Eingang findet, führe ich noch das Folgende an. Als die Akademie in Waldau gegründet wurde, mußte die Chausseeverwaltung für die Fortschaffung des Abraums Leute und Wagen stellen. Die

*) Siehe Bd. I. pag. 371 u. f.

**) Erhalten durch Aufschließung mit kohlensaurem Kali-Natron und Flußsäure.

***) Als grobkörnige Erde mit 1,35 org. Subst. bezeichnet.

damalige Administration, den Werth dieser Dungmasse kennend, erbot sich dann, das Wegfahren des Abraums, wenn die Chausseeverwaltung die Leute stellen wollte, selbst zu übernehmen, worauf gerne eingegangen wurde. Nach Verlauf einiger Jahre unterließ die Chausseeverwaltung aber auch das Stellen der Leute, so daß derjenige, der den Abraum haben wollte, ihn auf seine Kosten zusammenbringen und fortfahren lassen mußte. Einige Jahre später genügte das alleinige Stellen von Leuten und Wagen nicht mehr, sondern es mußte noch die Erlaubniß zum Fortschaffen eingeholt werden, da sich mehrere Bewerber um denselben gefunden hatten. Wer waren die andern Bewerber? Meistens die kleinen Besitzer des Dorfes.

f. Der Auswurf aus Gräben.

In den Gräben läuft von den Feldern und Wegen bei Regen- resp. Schneewetter das in dem betreffenden Wasser Gelöste und Suspendirte. Die Beschaffenheit des von den Wegen auf diese Weise Ablaufende ist vorher im Allgemeinen charakterisirt; die Beschaffenheit des von dem Acker Ablaufenden ist nach dem Acker und dessen Dungzustand eine verschiedene. Daß aber alle diese Massen theilweise vorzüglichen Dungwerth haben, beweist die oft so üppige Vegetation, welche man in den Gräben antrifft. Hieraus folgt, daß das aus den Gräben Ausgeräumte mit den Pflanzen und dem von den Seiten abgestochenen Rasen ein vorzügliches Material für die Compostbereitung sein muß.

Die folgenden 2 Analysen von Th. Siegert mögen zur Charakterisirung des Grabenauswurfes dienen. Die Analysenzahlen zeigen die Zusammensetzung des von Kies mit Grand, sowie groben organischen Substanzen befreiten Schlammes.

	Grabenschlamm von einer mit Grünstein geschotterten Straße.	
	I.	II.
Wasser	5,05	5,35
Organ. Substanz	18,79	13,39
Eisenoxyd und Thonerde	9,46	11,29
Kalkerde	1,25	0,77
Talkerde	0,49	0,34
Kali	0,40	0,51
Natron	0,13	0,18
Phosporsäure	0,45	0,50
Schwefelsäure, Spuren von Chlor und Kohlensäure-Verlust	0,77	0,58
Sand und Thon	63,21	67,09
	100,00	100,00

§. 179.

g. Schlamm aus Flüssen und Teichen.

Die Entstehung des Schlammes in Flüssen und Teichen ist denselben Ursachen, wie die desselben in den Gräben zuzuschreiben, nur mit dem Unterschiede, daß zur Bereitung jenes oft viele Jahre gedient haben, während dieser in einem Jahre entstanden ist, da das Ausräumen der Gräben, wenigstens in rationell geleiteten Wirthschaften, jährlich erfolgt.

Die nachfolgenden Analysen von Fluß- und Teichschlamm sollen ein Bild der Beschaffenheit des Schlammes geben.

Analysen von Flußschlamm.

	Saalschlamm. Reichardt.	Elbschlamm aus den Hafen von Lobositz. Breitenlohner.	Flußschlamm aus der Wurm bei Aachen in der Nähe von Klein-Tiersdorf in Fängen angesammelt. R. Pott.
Wasser	1,500	—	—
Org. Substanz	6,243	—	—
Eisenoxyd	2,120*)	5,05	—
Eisenoxydul	—	—	—
Thonerde	0,800	8,01	—
Kalkerde	5,31	1,09	0,66
Magnesia	1,06	0,81	0,15
Kali	0,570**)	0,66	0,23
Natron		0,09	0,08
Phosphorsäure	0,270	Spur	0,37
Schwefelsäure	0,12	0,09	0,51
Kieselsäure	0,580	0,35	5,11
Kohlensäure	5,27	0,74	—
Chlor	—	—	—
Unlösliches (Sand u. Thon rc.)	—	79,14	74,25
Stickstoff	0,110***)	—	—

Da der Schlamm auch direct zur Düngung angewendet wird, so muß noch hervorgehoben werden, daß in demselben vielfach Eisenoxydul und Schwefeleisen enthaltend sind, weshalb ein längeres Liegen desselben an der Luft vor seiner Anwendung geboten ist. Compostirung mit Kalk ist hier sehr zu empfehlen.

*) Außerdem noch Manganoxyduloxyd 0,330.
**) Und Chlornatrium und Chlorkalium 0,036.
***) Und Salpetersäure 0,06.

Analysen von Teichschlamm.

	Schlamm eines Teiches bei Schmiegel.	Schlamm aus einem Teiche in Ostpreußen.	Schlamm aus den Teichen Grünau b. Chemnitz.	Schlamm eines Teiches von Tartaren, Darkehnen.	Schlamm eines Teiches von Grindashoff, Oletzko.	Schlamm eines Teiches von Lenarten, Oletzko.	Schlamm eines Teiches von Neu-Lappönen.	Schlammabsatz aus d. Teichen im Wichtringhäuser Park durch Steinkohlengrubenwässer zugeführt. Lufttrock.	Schlamm eines Teiches von Techritz, Bautzen.	Schlamm aus den Teichen von Niedersteinkirch, Kreis Lauban.	Schlamm aus den Teichen von Groß-Grebe, Oberlausitz
	Peters.	Heiden.	Siegert.	Pincus.	Pincus.	Pincus.	Pincus.	Henneberg.	von Gruber.	E. Günz.	Voigt.
Wasser	—	5,53	70,87	13,21	18,24	6,22	21,00	—	0,00	—	30,81
Org. Substanz	12,00	72,30	4,74	74,12	34,74	87,32	66,62	—	6,00	10,22	6,24
Eisenoxyd	—	3,54 u. Thonerde	2,55 u. Thonerde	0,95 u. Thonerde	1,43	2,21	0,98	—	5,76	0,39	2,34
Eisenoxydul	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,74	—
Thonerde	—	—	—	—	1,25	0,23	1,07	--	—	5,27	—
Kalkerde	7,40	1,21	0,09	4,61	7,71	15,34	4,01	1,35	0,23	0,32	0,47
Magnesia	0,20	0,05	0,16	0,25	0,34	0,64	0,24	0,21	0,51	0,46	0,10
Kali	0,84	} 1,00	0,17	0,06	0,23	0,55	0,04	0,42	0,37	0,09	—
Natron	—		0,03	0,02	0,21	0,45	0,04	—	0,20	schwache Spuren	—
Phosphorsäure	0,53	1,45	0,20	0,17	0,17	0,37	0,11	0,29	0,44	0,13	0,10
Schwefelsäure	0,22	0,82	0,09	0,67	0,79	6,01	0,86	—	0,16	0,19	—
Kieselsäure	—	3,57	—	0,09	1,12	0,52	0,48	—	4,67	10,89	—
Kohlensäure	—	—	Spur	3,25	4,57	6,67	0,99	—	—	—	—
Chlor	—	—	—	—	0,10	—	0,02	—	Spur	—	—
Unlösliches (Sand u. Thon rc.)	—	10,53	21,10	2,58	29,05	23,41	3,53	—	82,09	70,23	59,73*)
Stickstoff	0,60	—	0,26	2,59	1,75	1,57	1,55	0,86	0,30	0,45	0,35
Stickst. als Ammoniak	—	—	—	0,19	0,11	0,06	0,10	—	—	—	—

*) Und Kieselsäure.

§. 180.

5. Asche von Holz, Torf, Stein- und Braunkohlen.

Der Werth dieser einzelnen Aschen ist ein sehr verschiedener. Am werthvollsten und zwar stets von hohem Werthe ist die Holzasche, deren sorgfältige Sammlung deshalb nicht genugsam empfohlen werden kann. Auch der ausgelaugte, bei Pottaschen-Darstellung, resp. bei der sogenannten Laugenbereitung verbleibende Rückstand, hat noch hohen Dungwerth: er besteht vor Allem aus phosphorsauren und kohlensauren alkalischen Erden und Kieselsäure. Die Menge der löslichen Salze beträgt je nach dem Holze 10—20 %. Die reine Holzasche ist natürlich auch ein vorzügliches directes Dungmittel. Beim Preise des Hectoliters von 80 — 125 Pfg. kaufen wir in derselben das Kali und die Phosphorsäure am billigsten.

Die Zusammensetzung der Torfasche und somit auch ihr Dungwerth ist außerordentlich verschieden. Hauptbestandtheile derselben sind meistens kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, dem sich häufig noch Eisen in bedeutender Menge zugesellt. Vielfach ist aber auch der Gehalt an Phosphorsäure und Kali ein nicht unbedeutender. Die Analyse allein kann über den Werth der betreffenden Torfasche entscheiden.

Die Asche der Braunkohlen ist meistens noch werthloser, als die des Torfes; auch hier finden wir vor Allem kohlensauren und schwefelsauren Kalk mit Eisen.

Am geringsten ist der Werth der Steinkohlenaschen.

Die auf den folgenden Tabellen verzeichneten Analysen mögen zur näheren Orientirung und Bestätigung des Obigen dienen.

Analysen

Name der Bäume.	Eisen-oxyd	Mangan-oxydul-oxyd	Thon-erde	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron
Buche (Fagus silvatica)	0,460	0,863	—	39,274	10,843	12,499	2,215
" " " *)	—	—	—	31,9	10,5	5,6	1,8
Buche (Fagus silvatica)	7,64	—	2,30	20,03	0,40	6,32	—
Kiefer (Pinus silvestris)	0,797	0,664	—	45,291	8,849	12,975	1,539
Eiche (Quercus robus) .	0,57	—	—	75,45	4,49	8,43	5,61
Weißbuche (Carpinus Betula)	0,12	Manganoxyd 8,48	—	52,23	8,48	10,63	2,54
Rothtanne (Pinus picea)	0,80	—	—	44,98	8,36	11,50	6,49
Lärche (Pinus larix) . . .	3,12	Manganoxyd 13,51	—	27,09	24,51	15,24	7,27
Linde (Tilia europaea) .	8,42	—	—	31,60	4,38	37,84	5,53
Ulme (Ulmus campestris)	0,86	—	—	47,80	7,71	21,92	13,72
Birke (Betula alba) . . .	2,25	2,95	0,60	36,25	5,43	8,66	1,10
Tanne (Pinus picea)*) . .	3,40	0,41	—	25,31	3,23	3,15	2,47
Weide (Salis?)	—	—	—	43,45	—	4,55	—
Käufliche Holzasche	1,51	0,02	—	16,62	1,59	4,27	0,02

*) Gekaufte Asche, angeblich Buchen-, resp. Tannenasche.

einiger Holzaschen.

Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kohlensäure	Kieselsäure	Chlor	Unlösliches (Sand, Kohle)	Bemerkungen	Namen der Analytiker
8,652	0,666	17,772	6,677	0,076	—	Durchschnitt aus den getrennten Analysen von Scheitholz, Prügelholz und Reisholz, welche letztere bei der Buche ohne Laub und bei der Kiefer mit Nadeln.	Meyer und Vonhausen.
3,1	0,9	—	1,9	—	—		Th. Dietrich.
1,92	1,78	16,44	—	—	33,17		Wagner und Rupprecht.
7,274	1,421	17,973	3,413	0,059	—		Meyer und Vonhausen.
3,46	1,16	—	0,96	0,01	—	Nach Abzug der Kohlensäure, Sand ꝛc.	Kleinschmidt.
10,74	1,52	—	4,97	0,40	—	ebenso.	Schulze.
5,99	—	—	20,01	—	—	ebenso.	Hertwig.
3,06	1,68	—	3,60	Chlornatrm. 0,92	—	ebenso.	Bötticher.
5,12	5,60	—	—	Chlornatrm. 1,51	—	ebenso.	Hoffmann.
3,64	1,28	—	3,07	—	—	ebenso.	Wrightson.
3,99	0,97	25,22	12,23	—	—	—	C. Wittstein.
2,42	1,32	20,72	6,18	0,14	31,24	—	E. Heiden.
2,05	—	—	—	—	—	—	Wagner und Rupprecht.
1,85	1,34	12,24	1,81	1,49	22,67*)	*) Hierzu gröbere Substanzen Lehm und Holzkohlen 34,85 pCt.	W. Wicke.

Analysen einiger Torf-,

	Eisenoxyd	Thonerde	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron	Phosphorsäure
Torfasche aus Rathenow .	6,88	0,90	45,73	Spur	0,85	Spur	3,58
do. aus Friesach	22,28	1,14	33,32	1,65	0,51	0,60	1,43
do. aus Kassel	71,29	1,78	5,81	0,69	0,15	0,50	6,29
do. aus Hamburg	4,88	2,14	14,74	24,36	3,64	5,73	3,88
do. aus Ostpreußen	9,40		36,96	2,26	3,62	1,02	2,10
do. eines leichten Moostorfes aus Canton Zürich	8,02	18,06	16,64	1,12	1,05	10,55	2,37
do. zwischen den Städten Luckenwalde u. Baruth, auf Flugsand lagernd . .	46,7		8,8	0,2	0,1	0,1	0,6
Braunkohle v. Großpriessen (Elbe)	20,67	1,23	45,42	—	1,67	1,86	—
Asche von Braunkohlen . .	5,35	2,93	11,75	4,57	1,49	1,17	Spur
do. der Halle'schen Gegend	10,36		21,02	—	0,27	0,27	0,22
Asche von Steinkohlen des Plauen'schen Grundes .	86,00*)	—	Kohlens. Kalk u. Magnesia 5,20		0,15	—	0,52
Asche von Steinkohlen von St. Etienne	16,0 mit Schwef.-eisen	5,0	6,0	8,0	Spuren		—
Steinkohlenasche	15,83	1,75	29 65	Spur	1,33	—	1,97
Steinkohlenasche aus einem Steinkohlenbecken Frankreichs 1	2,20	—	12,90	1,37	—	—	1,35
2	3,90	—	7,70	0,90	—	—	1,12
3	2,40	—	2,20	1,26	—	—	0,94
4	8,30	—	14,30	0,95	—	—	1,50
5	3,60	—	7,90	1,44	—	—	1,28
do. von Saarsteinkohlen .	—	—	10,10	5,74	1,09	—	0,08
Braunkohlenstaub	—	—	—	—	0,11	—	0,16

*) Und Sand und Thon. **) Und hygroskopisches Wasser.

Braun- und Steinkohlenaschen.

Schwefelsäure	Kohlensäure	Kieselsäure	Chlor	Unlösliches (Sand, Kohle)	Bemerkungen	Namen der Analytiker
11,44	17,12	2,26	0,64	14,42	Asche: 8,13 pCt. Reaktion alkalisch	Jäckel.
5,23	18,27	2,70	0,21	12,52	Asche: 8,91 pCt. Reaktion alkalisch	Jäckel.
10,98	—	0,74	0,06	1,78	Asche: 18,27 pCt.	Jäckel.
17,94	—	—	2,07	20,72**)	Asche: 1,89 pCt. Reaktion alkalisch	Jäckel.
8,26	14,67	1,93	—	19,77		E. Heiden.
3,64	1,03	1,89	0,02	45,59	Asche: 0,92 pCt.	H. Bohl.
0,1	7,0	—	—	37,5		H. Hellriegel.
15,54	13,61	—	—	—		?
9,77	2,68	9,86	1,50 Chlornatrm.	23,36	Kohle: 6,17 pCt. Wasser: 17,37 pCt.	Anderson.
24,38		—	—	43,48		F. Stohmann.
—	—	—	0,10	—		Stöckhardt.
—	—	—	—	—	Manganoxyd: 3,0	Boussingault.
2,52	1,20	—	—	45,75		P. Wagner u. Rupprecht.
Schwefel, gebunden: 1,93	—	—	—	73,10	und Kieselsäure	Lechatelier u. Léon Durand-Clage.
Schwefel, gebunden: 2,30	—	—	—	81,10	und Kieselsäure	Lechatelier u. Léon Durand-Clage.
Schwefel, gebunden: 0,73	—	—	—	91,80	und Kieselsäure	Lechatelier u. Léon Durand-Clage.
Schwefel, gebunden: 2,55	—	—	—	64,40	und Kieselsäure	Lechatelier u. Léon Durand-Clage.
Schwefel, gebunden: 1,64	—	—	—	81,10	und Kieselsäure	Lechatelier u. Léon Durand-Clage.
7,60	—	—	—	71,59	Wasser: 3,80 pCt.	
—	—	—	—	—	Wasser: 13,57 Org. Substanz: 62,86 pCt. Stickst.: 0,33 pCt.	Weigelt.

§. 181.

6. Bauschutt u. dergl.

Der Lehm-, Kalk- und Steinschutt enthält stets Kalk und Thon und durch letzteren in der Regel auch Kali; wegen der beiden ersten Bestandtheile wirkt er auf den Acker vor Allem physikalisch günstig, wegen des ersteren ist er aber auch für die Zersetzung des Compostes von Wichtigkeit. Rührt der Schutt von alten Häusern oder Ställen her, so enthält er außerdem stets noch Salpetersäure und Ammoniak. Der Bauschutt muß natürlich vor seiner Anwendung gut zerkleinert, gesiebt und von größeren Steinen befreit werden.

Der Schutt von niedergebrannten Gebäuden ist selbstredend noch viel werthvoller, da dem noch die Asche von Holz und all den anderen verbrannten Stoffen zugesellt ist.

Die Benutzung alten Bauschuttes zum Zwecke der Düngung kann nicht genugsam empfohlen werden.

§. 182.

7. Moder und Moor- oder Torferde.

Die Begriffe über Moder und Moorerde sind theilweise etwas verwirrt; was einige Moder nennen, wird von andern als Moorerde bezeichnet und umgekehrt. Der Hauptunterschied zwischen Moder und Moorerde liegt in der Art der Entstehung beider und der daraus folgenden Zusammensetzung.

Der Moder entsteht in Vertiefungen durch die aus den dieselben umgrenzenden Höhen in diese geschlemmten Erdtheilchen; mithin wird die Güte der Moder theilweise von der Zusammensetzung und Beschaffenheit der Erden dieser Höhen abhängen. Ferner entsteht dann in diesen Vertiefungen eine Vegetation, welche zu Grunde geht, sich wieder von Neuem bildet u. s. w., fort; diesen Pflanzen verdankt der Moder vorherrschend seinen Gehalt an Humus. Unter den Pflanzen des Moders nehmen die echten Gräser eine bedeutende Stelle ein (Trommer). Auch die thierische Schöpfung, welche in solchen Gewässern lebt, trägt ihren Theil zur Bildung des Moders bei, daher oft großer Stickstoffreichthum desselben; so fand ich in einem Moder 1,08, in einem anderen 1,23 % Stickstoff. Der Werth der Moder ist, wie aus dem Obengesagten hervorgeht, ein sehr verschiedener; am werthlosesten ist er, wenn die die Vertiefungen umgebenden Höhen aus Sand bestehen.

Der Gehalt des Moders an unorganischen Stoffen beträgt meistens über 50 %, sinkt aber nie bis 20 %. Der Moder wird vielfach direkt zur Düngung benutzt und zwar häufig mit großem Erfolg; für diese Art der Anwendung sei hier bemerkt, daß er meistens erst eine Zeitlang der Luft ausgesetzt werden muß, bevor er zur Düngung benutzt werden kann, da er vielfach sehr sauer ist und Eisenoxydulsalze enthält, also Stoffe, welche der Vegetation schädlich sind. Durch die Einwirkung der Luft auf den Moder werden diese schädlichen Stoffe in unschädliche und nützliche verwandelt.

Noch besser und schneller die gewünschte Wirkung hervorbringend ist **die Compostirung des Moders mit gebranntem Kalk.**

Die folgenden Analysen einiger Moder sollen zur Charakterisirung desselben dienen.

Moder-Analysen.

	Moder aus Vorpommern. E. Heiden.	Moder aus Vorpommern. E. Heiden.	Moder aus Ostpreußen. E. Heiden.	Schlammmoder-Rabacowa, Preußen. Pincus.	Humuserde aus Straß-Gräbchen, Sächs. Oberlaus. Fr. Voigt.
Wasser	—	—	—	3,77	13,44
Org. Substanz	53,36	58,71	12,95	7,81	49,70
Eisenoxyd	2,90	11,05	7,65	4,10	2,70 u. Thonerde
Eisenoxydul	—	—	—	—	—
Thonerde	—	—	8,57	5,26	—
Kalkerde	0,76	1,26	3,16	0,55	1,04
Magnesia	Spuren	Spuren	1,12	0,48	1,19
Kali	0,01 (Kali u. Natron)	0,05 (Kali u. Natron)	1,83	0,90	—
Natron			0,97	0,21	—
Phosphorsäure	0,42	2,41	0,25	—	0,50
Schwefelsäure	1,48	1,45	0,42	0,18	—
Kieselsäure	0,55	0,29	13,17	—	—
Kohlensäure	0,28	0,36	0,57	—	—
Chlor	0,01	0,04	—	—	0,29**)
Unlösliches (Sand u. Thon 2c.)	40,23*)	24,40*)	49,30	67,25	31,14
Stickstoff	—	—	—	0,47	1,90

Die **Moor- oder Torferde** besteht vor Allem aus organischen Stoffen und entsteht da, wo stehende, wenig bewegte Wasser sich vorfinden. In diesen entwickelt sich zunächst eine

---

*) Hierbei noch die in Salzsäure unlösliche Kieselsäure.
**) Und Chloralkalien und Schwefelsäure.

eigenthümliche Vegetation (Schilf u. dgl.); diese Pflanzen sterben nach einiger Zeit ab und erhöhen dadurch den Boden des betreffenden Wassers. Eine neue Vegetation ähnlicher Art bildet sich und so fort, bis die Erhöhung des Bodens so weit vorgeschritten ist, daß derselbe sich etwas über das Wasser erhebt. Jetzt entwickeln sich auf demselben vorherrschend Moose; diese sterben im unteren Theile, der von Wasser umspült ist, ab, während der obere fortwächst, wodurch saure Humussubstanzen entstehen; hierbei bleibt die Structur der Moose theilweise erhalten. Eine solche abgestorbene Moosmasse, welche zum Theil noch mit zu Grunde gegangenen Pflanzen anderer Art untermischt ist, nennen wir Moor oder Torf. Der Torfboden erhebt sich dann durch das beständige Fortwachsen der Moose nach oben und das beständige Zugrundegehen des unteren Theils der Moose, immer mehr (Schuhmacher).

Wenn zu einem solchen Torflager nicht noch Erdtheile hinzugeführt werden, so ist der Gehalt desselben an unorganischen Stoffen ein niedriger; das Maximum an Asche, welches die Moorerde, wenn sie diesen Namen noch führen soll, enthalten darf, ist 20 %; in der Regel beträgt die Aschenmenge aber wesentlich weniger. Diese Moor- oder Torferde bietet für die Composthaufen ebenfalls oft ein werthvolles Material dar.

Die auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Analysen zeigen die Zusammensetzung einiger Torfe.

§. 183.

8. Die Jauche.

Die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Jauche ist bereits früher gekennzeichnet. Hier sei noch erwähnt, daß die Jauche in den meisten Fällen am besten bei der Compostbereitung verwerthet wird, und zwar deshalb, weil die Jauche durch diese Verwendung den Feldern in keiner Weise verloren geht, durch sie aber dann andere Stoffe viel schneller und besser in brauchbare Dungmassen verwandelt werden, als es ohne sie der Fall sein würde.

Analysen von Moor- resp. Torferden.

	Torfiger Moder	Torfmoder	Moorerde, Leippa.	Moorerde, Leippa.	Torf, Jahmen.	Torf, Neudorf Sächs. Oberlausitz.	Moorerde, Bawernsdorf.	Torferde, Kleschinz (Polen).
	Rabacowa, Preußen.							
	Pincus.		v. Gruber.	Brunner.	Brunner.	Fr. Voigt.	Schlimper.	Schlimper.
Wasser	18,28	10,05	8,90	7,85	12,85	11,408	7,42	9,45
Organ. Substanz	67,20	83,37	63,52	57,70	67,73	72,885	82,15	85,47
Eisenoxyd	0,66	0,67	2,42*)	4,98*)	4,21*)	3,120	0,40	0,56
Eisenoxydul	—	—	2,38	0,88	1,02	0,685	0,23	0,17
Thonerde	0,25	0,17	—	—	—	—	—	—
Kalkerde	5,71	2,36	0,67	0,51	1,50	0,815	0,16	1,19
Magnesia	0,24	0,07	0,09	0,09	0,24	0,122	0,08	0,05
Kali	0,22	0,09	0,21	0,01	0,09	0,093	0,01	0,04
Natron	0,20	0,09	0,15	0,20	0,82	0,070	—	0,10
Phosphorsäure	0,13	0,01	0,29	0,22	0,21	0,134	0,82	0,06
Schwefelsäure	1,22	0,44	0,57	0,57	1,28	0,602	—	0,25
Kieselsäure	0,09	0,06	0,50	2,09	2,74	1,459	0,31	0,15
Kohlensäure	3,10	1,47	—	—	—	0,000	0,04	0,58
Chlor	—	—	—	—	—	0,046	—	—
Unlösliches (Sand u. Thon 2c.)	2,69	1,00	20,29	24,86	7,71	8,576	8,89	—
Stickstoff	2,80	2,59	2,08	1,86	2,00	1,692	—	1,37
Stickstoff als Ammoniak	0,14	0,02	—	—	—	—	—	—

*) Und Thonerde.

Von J. Neßler liegen denn noch die folgenden Analysen von Torfsorten Baden's vor.

	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Phosphorsäure	Stickstoff in 100 Theilen organischer Substanz.
Torf von Wiechs, ziemlich trockene Masse	88,1	11,9	—	0,06	—
Torf von Graben	89,0	11,0	2,5	—	2,8
Rasentorf bei Meersburg, leicht, hell	85,1	14,9	2,9	—	3,4
Torf b. Meersburg, ziemlich locker u. hell	92,2	7,8	3,4	0,14	3,6
Torf b. Meersburg, schwer, erdig	72,7	27,3	3,1	0,20	4 2
Torf v. vorderem Weißenbeck bei Schönwald	96,6	3,4	2,3	—	2,5
Torf b. Triberg, sehr leicht, hell	98,7	1,3	0,6	—	0,6
„ „ anderer Stich	98,7	1,3	2,4	—	2,4
Torf v. Willaringen, gelbbraun	98,6	1,4	1,0	—	1,0
„ Wasserweiler Ried, oberste Theil	71,7	28,3	2,4	—	3,3
do., 2′ tief	83,2	16,8	3,4	—	4,1
Torf beim Storzlinger Hof	90,13	9,97	2,72	—	3,0
„ „ „ „	75,00	25,00	2,00	—	2,76

D. Bereitung des Compostes.

§. 184.

1. Allgemeines.

Diejenigen Wirthschaften, welche Compost bereiten und anwenden, müssen zu bestimmten Zeiten fertigen, reifen Compost haben. Der Compost bedarf aber längerer Zeit, bevor er reif, d. h. verwendbar wird, und zwar gehören hierzu, je nach den Materialien und den Jahreszeiten, einige Monate bis 2 Jahre. Hieraus folgt, daß auf einem solchen Gute stets mehrere Composthaufen von verschiedenem Alter und verschiedener Reife vorhanden sein müssen. Dies ist anderseits aber auch dadurch geboten, daß die Materialien, welche wir als zur Compostbereitung zu benutzen angeführt haben, nicht nur zu bestimmten Zeiten des Jahres erhalten werden, wenn gleich dies bei einigen der Fall ist, sondern auch zu verschiedenen Zeiten im Jahre. Sie können zwar zunächst für sich aufbewahrt

werden, jedoch ist dies wieder auf längere Zeit nicht immer der Fall. Dies bedingt ebenfalls die Anlage mehrerer Komposthaufen.

Daß nicht immer, wenn sich Abfälle für die Compostbereitung vorfinden, eine Anlage möglich, oder dienlich ist, bedarf kaum der Erwähnung.

Wenn so durch das bisher Angeführte die Nothwendigkeit des Vorhandenseins mehrerer Komposthaufen darzulegen versucht ist, wobei an solche von derselben Qualität gedacht worden ist, so gilt dasselbe aber auch von solchen von verschiedener Güte. Es müssen nämlich in der Wirthschaft Komposthaufen verschiedenen Ranges, in aufsteigender Güte vorhanden sein, von denen in der Regel nur der des ersten Ranges zur Düngung zu benutzen ist, während die anderen das Material für diesen vorbereiten. Die verschiedenen Stoffe, welche zur Compostbereitung dienen, sind zum Theil so verschiedener Natur, daß sie nicht alle in einem Haufen zu gleicher Zeit Platz finden können, weil dadurch Entwerthung des einen durch den anderen eintreten würde. Gewisse Massen brauchen ferner kürzere, andere wieder bedeutend längere Zeit, bevor sie zum Verbrauch benutzbar sind. Würde man alle in einen Haufen bringen, so würde dadurch oft wesentliche Vergeudung an Zeit (somit also auch an Kapital) eintreten; dies spricht daher ebenfalls entschieden für Anlage mehrerer Haufen verschiedenen Ranges.

§. 185.

2. Bereitung der Composterde.

Die Besprechung der Bereitung des Compostes beginnen wir daher mit der der Composterde, als derjenigen Masse, welche nicht zur directen Anwendung als Dünger bestimmt ist, sondern die erst das Material für die Verarbeitung der werthvolleren Stoffe zu Compost abgeben soll.

Daß unter Umständen auch diese Composterde zur Düngung mit Vortheil und zwar zu der der Wiesen benutzt werden kann, bedarf kaum erwähnt zu werden. Mit dem Obigen soll nur gesagt sein, daß sie vorherrschend dazu bestimmt ist, das Material für den eigentlichen Compost darzubieten.

Zur Bereitung der Composterde sind zu verwenden: Erde, Moder, Moorerde, das Ausgeräumte aus den Gräben, das Zusammengebrachte von den Chausseen, Wegen, dem Hofe und Wohnungen, Sägespäne, Kalkschutt und die Asche. Diese verschiedenen Materialien müssen, bevor sie zum Haufen vereinigt, gut zerkleinert und dann aus ihnen in der Art ein Haufen gebildet werden, daß dieselben schichtweise über einander lagern. Je

nach der Menge und Beschaffenheit der Asche und des Kalkschuttes ist hier mit Vortheil mehr oder weniger gebrannter Kalk zu verwenden. Der Haufen, dessen Höhe 1—2 Meter zu betragen hat, und dessen Länge und Breite je nach Bedürfniß zu bestimmen ist, wird darauf gut mit Jauche, wenn dieselbe irgend zu haben ist, begossen, etwas festgeschlagen und sich selbst überlassen. Nach Verlauf von 3—6 Monaten ist er umzusetzen, wieder mit Jauche zu begießen u. s. w., bis das Ganze eine ziemlich gleichmäßige Masse geworden ist.

Das Umsetzen muß durchaus sorgfältig vorgenommen werden, so daß der ganze Haufen gleichmäßig und vollständig umgearbeitet wird. Aus diesem Grunde wird es sich nicht empfehlen, diese Arbeit in Accord vornehmen zu lassen.

Ist Jauche in der erforderlichen Menge nicht vorhanden, so ist statt derselben Wasser zu verwenden; der Feuchtigkeitsgehalt der Masse muß ein mittlerer sein.

§. 186.

3. Ueberführung der thierischen Abfälle in Dünger.

a. Bei gefallenen Thieren.

Zur Trennung des Fleisches von den Knochen und Abscheidung des Fettes, welches als Dünger keinen Werth hat, vielmehr noch in der Weise schädlich wirkt, daß es die Zersetzung verlangsamert, welches ja aber anderweitig durchaus mit Nutzen verwendet werden kann, werden die Aeser nach Abziehung des Felles in Wasser mit geringem Zusatze von Schwefelsäure (auf 1 Theil Säure 20—25 Theile Wasser) gekocht. Nach zwei- bis dreistündigem Kochen läßt sich das Fleisch leicht und schnell von den Knochen trennen. Durch Anwendung von Wasserdampf, wo derselbe zu Gebote steht, wird der Zweck leichter und schneller erreicht. Das sich abscheidende Fett wird abgeschöpft. Die Fleischbrühe dient zur Begießung des Composthaufens; in denselben kommt das Fleisch, die Eingeweide, das Blut, die zerkleinerte Hornsubstanz und zwar in folgender Reihenfolge: zuerst Fleisch, dann Blut, Hornsubstanz und darauf die Gedärme. Hierbei ist ein Zusatz von 3—5 % Gyps zur Bindung des sich bildenden Ammoniaks nothwendig. Die Form der Haufen kann eine kegelförmige oder pyramidale sein. Zur ersten Umkleidung dient die oben beschriebene Composterde, die dann noch eine Umhüllung von Thon oder lehmiger Erde, welche mit den Haaren, Strohhäcksel u. s. w. zu einem Teige angemacht ist,

erhält. Der Haufen wird mit der Fleischbrühe und Jauche gut durchtränkt und stets feucht erhalten. Die Zersetzung dauert je nach der Jahreszeit, der Anlage u. s. w. 4—12 Monate. Die fertige Compostmasse, in der von den benutzten Materialien nichts mehr zu erkennen sein darf, wird am Schlusse, um die gröberen Stücke auszuscheiden, durch einen Durchschlag geworfen.

Für die Aufschließung von Horn ist auch der Kalkbrei ein gutes Mittel. Man sumpft zu diesem Zwecke möglichst zerkleinertes Horn mit gelöschtem Kalk in einer Grube ein. Der Kalk wirkt auf Horn in der Art, daß dasselbe bald weich wird und mit Wasser gemengt verwendet werden kann. In ähnlicher Weise lassen sich auch Knochen aufschließen (siehe das Capitel: Die phosphorsäurereichen Dungstoffe).

§. 187.

b. Die Knochen.

Die Knochen werden zerkleinert und in einem kupfernen Kessel mit Wasser und Schwefelsäure (auf 10 Theile Wasser 1 Theil Säure) übergossen, so daß die Knochenmasse damit bedeckt ist, und 3—4 Stunden lang gekocht. Hierdurch wird das Fett zum größten Theil ausgezogen; dasselbe wird nach dem Kochen abgeschöpft, und die Knochenmasse mit der Composterde durchschichtet, und hieraus ein Haufen gebildet, der dann wenigstens mit einer 15 Ctm. dicken Schicht der Composterde bedeckt wird. Der Haufen ist mit der Knochenbrühe und Jauche zu begießen. So bleibt der Haufen mehrere Monate lang liegen, worauf die Masse in die unterste Schicht des Haupt-Komposthaufens gebracht wird.

Steht eine Dampfleitung zu Gebote, so werden bei Benutzung dieser die Knochen in einem Bottiche mit so viel Wasser übergossen, daß sie bedeckt sind, und dann einige Stunden lang Dampf hineingeleitet.

§. 188.

c. Blut.

Wenn dem Landwirthe entweder durch eigenes Schlachten oder aus Schlachthäusern Blut zu Gebote steht, und er gerade nicht im Stande ist, einen Composthaufen anzulegen, so wird dasselbe zunächst am besten in folgender Weise behandelt. Das Blut wird gut durchgeschlagen und dann in flachen Gefäßen unter einem Zusatz von 4—5 % frisch gelösten Kalk, der mit demselben durch Umarbeiten vermengt wird, getrocknet; gut ist, das Ganze noch mit einer Schicht Kalk (etwa 1 %) zu bedecken.

Diese Masse kann lange Zeit stehen, ohne daß eine Zersetzung irgend erheblicher Art eintritt und kommt dann später in den Komposthaufen.

Der Verfasser vermischte 130 Gr. frischgelösten Kalk mit 2090 Gr. Hammelblut, welche dann noch eine dünne Decke von Kalk bekamen (1%). Diese Masse, welche bereits nach 24 Stunden fast vollständig erstarrt war, blieb 2 Monate (Juli, August) in einem Zimmer mehrere Stunden der Einwirkung der Sonne ausgesetzt, ohne daß irgendwie eine wesentliche Zersetzung in derselben vor sich gegangen wäre; der Geruch, welcher die Zersetzung bekanntlich zuerst anzeigt, war in der ganzen Zeit ein ganz außerordentlich schwacher. Die Masse hatte in den 8 Wochen eine sehr harte Kruste bekommen, welche mit dem Messer schwer zu zerschneiden war; das Innere war weniger hart, sah schwarz aus und zeigte dem Auge noch das unzersetzte Blut. In der Zeit war ein Verlust an Wasser von 1103 Gr. = 50,4 % eingetreten.

§. 189.

d. Maikäfer, Würmer, Engerlinge &c.

In manchen Jahren sind vor Allem die Maikäfer in solchen Unmassen vorhanden, daß ihr Aufsammeln geboten ist, und dies durch Kinder auf billige Art bewirkt werden kann. Abgesehen davon, daß sie von Hühnern u. s. w. gern gefressen werden, ist ihre beste und einzige Verwerthung, wenn sie in solchen Unmassen auftreten, die zur Düngung. Die Vorbereitung derselben, bevor sie als Dünger verwendet werden können, geschieht im Komposthaufen und zwar in der Weise, daß sie mit der Komposterde (und Kalk?) schichtenweise in einen Haufen verwandelt werden, der dann mit Erde zu bedecken und mit Jauche zu begießen ist; weitere Behandlung, wie früher.

Nach Versuchen von Grouven wird auf diese Weise der Chitinpanzer der Maikäfer nur höchst langsam zersetzt. Grouven untersuchte einen 2 und einen 16 Monate alten Compost, welcher nach Tödtung der Maikäfer mittelst überhitztem Wasserdampf (über 120° C.) auf die Art dargestellt war, daß dieselben mit ca. 2 % Aetzkalk und 7 % Thonsand vermischt und in Erdgruben fest eingetreten waren. Die Analyse ergab:

	2 Monate alt	16 Monate alt
Wasser	26,30	22,50
Chitin	17,20	3,70
Sonstige organische Stoffe	5,30	11,40
Kali	0,72	1,07
Natron	0,41	0,32
Phosphorsäure	0,57	0,50
Kalk, Thon und Sand	49,50	60,60
	100,00	100,00
Ammoniak	0,41 %	0,06 %
Gesammtstickstoff	1,53 %	0,89 %.

Durch das längere Lagern ist also der Chitinpanzer fast vollständig zerstört worden; der hierbei eingetretene erhebliche Stickstoffverlust hätte durch Anwendung von Gyps, Torf rc. vermieden werden können.

Vermehrung des Kalkes (bis auf $7\frac{1}{2}$ %), oder auch Anwendung von Schwefelsäure (auf 1 Wispel — ca. 1000 ℔ — $\frac{1}{2}$ Ctr. Kammersäure) resp. Compostirung mit Pferdemist haben nach Grouven's Versuchen in Betreff der Zersetzung des Chitinpanzers kein günstiges Resultat ergeben. Die auf diese Weise dargestellten Compostmassen zeigten nach einjährigem Liegen eine ungenügende Zersetzung. Aus diesen Gründen empfiehlt Grouven, daß man ganz auf die Zersetzung des Chitinpanzers verzichten, den Compost bereits einige Monate alt verwenden und die weitere Zersetzung im Erdboden der Zeit, der Luft und dem Wasser überlassen soll. Grouven hält den Kalkzusatz für wirkungslos.

§. 190.

4. Ueberführung der pflanzlichen Abfälle der verschiedensten Art in Dünger.

Stehen Pflanzenreste von nur geringerer Menge zur Verfügung, so finden sie am besten bei der Bereitung der Composterde ihre Verwendung. Hat man dagegen größere Mengen zu verwenden, z. B. verdorbenes Futter, Unkräuter, größere Haufen von Quecken u. s. w., so werden diese am besten für sich in Komposthaufen verwandelt. Als Erde verwendet man hier die Composterde. Wenn jedoch der Haufen nicht in der Nähe des Hofes oder überhaupt da, wo die Composterde befindlich ist, angelegt werden kann, weil wegen der Wirthschaftsverhältnisse die erforderlichen Fuhren nicht zu leisten sind, so ist auch gewöhnliche Erde zu benutzen. In Betreff der Anlage der Haufen gilt das bei der Composterde Gesagte; wichtig und nothwendig auch hier, gutes, schichtenweises Aufeinanderbringen der Erde und der Pflanzenmassen und sorgfältige Umsetzung zur erforderlichen Zeit. Feuchthalten der Haufen, was auch hier selbstverständlich am besten durch Jauche geschieht, natürlich ebenfalls nothwendig.

Sollen Unkräuter auf diese Weise in Compost verwandelt werden, so ist sehr zu empfehlen, sie so frisch wie möglich zu verwenden, da dann die Zersetzung um so schneller und besser vor sich geht.

In Betreff der Quecken ist ferner noch zu bemerken, daß vielfach das Verbrennen derselben, um sie schnell in Dünger zu verwandeln, gebräuchlich ist; abgesehen von den Unbequemlichkeiten große Mengen von Quecken zu verbrennen, ist gegen dasselbe einzuwenden, daß so dem Felde nur die Aschenbestandtheile erhalten bleiben, während die organischen Stoffe verloren gehen. Daß diese Verwerthung aber noch vielfach eine bessere ist,

als die, wo man sie zwar aus dem Acker entfernt, dann aber irgendwo, und zwar vielfach an den Rändern der Wälder aufhäuft, an denen man oft noch fußhohe Erhöhungen, von Anhäufung von Quecken herrührend, vorfindet, ist selbstverständlich. In derartigen früher niedergelegten Queckenhaufen findet der rationelle Wirth oft eine sehr reichhaltige Dungmasse.

Für den Kehricht von den Heu-, Fruchtböden und den Scheunen, welcher in der Regel sehr reich an Unkrautsamen ist und deshalb nicht gut in einen Composthaufen gebracht werden kann, der zur Düngung der Aecker benutzt werden soll, empfiehlt sich Folgendes. Der an Unkrautsamen reiche Kehricht wird mit siedendem Wasser übergossen und so gebrüht, wodurch die Keimkraft der Samen getödtet wird, dann bringt man diese Masse in einen der bisher beschriebenen Haufen.

In Betreff der Tödtung der Keimkraft durch siedendes Wasser bemerke ich noch, daß nach meinen Versuchen der Gerstensame durch einstündiges Verweilen in Wasser von 60° C., durch Verweilen von 10 Minuten in Wasser von 90° C. und durch Aufenthalt von 1/2 Minute in Wasser von 100° C. seine Keimkraft vollständig verliert.

§. 191.

5. Die menschlichen Excremente.

Die Art der Sammlung der auf dem Gute gewonnenen menschlichen Excremente ist bei der Besprechung dieser angegeben. Bei der Entleerung der betreffenden Behälter wird der Inhalt am besten gleich mit der Composterde in einen Haufen aufgeschichtet (Höhe des Haufens 1—1 1/4 Meter), dann der Haufe mit Erde bedeckt und weiter, wie früher angegeben, behandelt.

§. 192.

6. Anlage der Haupt-Composthaufen.

Wir haben in dem Vorhergehenden die Ueberführung der gebräuchlichsten in der Wirthschaft vorkommenden Abfälle in Dungmasse besprochen, von denen die meisten selbstredend direct als Dünger Verwendung finden können. Hervorgehoben mag hier zunächst noch werden, daß ein Compost nur dann zur Düngung brauchbar ist, wenn das Ganze eine durchaus gleichmäßige Masse geworden ist, so daß von den einzelnen Materialien, welche zu seiner Bereitung gedient haben, nichts mehr zu erkennen ist. Da aber die einzelnen Haufen je nach den Materialien, aus denen sie hergestellt sind, entweder

besonders reich an Stickstoffverbindungen oder an phosphorsauren Salzen u. s. w. sein können, so empfiehlt sich für viele Fälle, mehrere derselben noch vor der Verwendung zu einem zu vereinigen; hierbei sind die Massen gut durchzuarbeiten, nochmals mit Jauche zu tränken und 4—6 Wochen sich selbst zu überlassen.

Oft wird hier eine besondere Zugabe von Knochenmehl, oder anderen phosphorsäurereichen Materialien (Phosphorit) sehr zu empfehlen sein*).

Die Composthaufen, welche aus pflanzlichen Stoffen erhalten sind, finden dagegen am besten ihre Verwendung, wenn sie, sobald sie reif sind, direct als Dünger benutzt werden.

Aus verschiedenen Gründen ist das Bepflanzen der Composthaufen mit Mais, Kürbis u. dgl. zu empfehlen. Der Hauptvortheil der Bepflanzung ist die Beschattung der Haufen, dann aber gewährt sie auch schon in kurzer Zeit einen Ertrag, wenn derselbe auch nur klein ist, und schließlich bietet dieselbe den ästhetischen Vortheil dar, daß so diese Haufen sich dem Auge nicht in ihrer nackten Gestalt zeigen.

Im Winter ist ferner ein Bedecken der Haufen, um sie nicht zu sehr durchfrieren zu lassen, sehr zu empfehlen; das Durchfrieren der Haufen ist vor Allem dann, wenn Composterde im Winter auf die Wiesen gefahren werden soll, unangenehm, da es die Arbeit wesentlich erschwert. Zum Bedecken der Haufen können Kartoffelkraut, Quecken, Reisig, Plaggen u. dgl. benutzt werden; im Nothfall ist auch der zwar theure, aber für den Zweck sehr brauchbare Stalldünger, und zwar am besten Pferdedünger, anzuwenden.

§. 193.

7. Verwendung des Compostes.

Der auf die beschriebene Weise dargestellte Compost enthält die sämmtlichen Pflanzennährstoffe in assimilirbarer Form (oder wenigstens ist der größte Theil assimilirbar); aus diesem Grunde ist er ein Dünger für alle Felder und alle Früchte. Durch den Compost führen wir dem Acker nicht nur die nothwendigen Pflanzennährstoffe zu, sondern durch denselben wird zugleich noch auf die physikalischen Eigenschaften des Ackers günstig eingewirkt. Im Allgemeinen wird sich der Compost mehr für leichte, als schwere Böden

*) Siehe das Capitel: „Die phosphorsäurereichen Dungstoffe.

empfehlen, da seine Wirkung auf jene eine größere, als auf diese ist.

Der Compost hat als ein fertiger Dünger seine Hauptwirkung im ersten Jahre; wir erhalten somit durch ihn auch einen verhältnißmäßig schnellen Umsatz des zur Bereitung angewendeten Capitals. Diese schnelle Wirkung spricht ebenfalls mehr für Anwendung desselben auf leichteren als schwereren Böden.

Bemerkt mag hier aber zugleich noch werden, daß, da bei schweren Böden die physikalische Wirkung der Dungmittel stets eine wichtige Rolle spielt, man es bei der Anlage des Compostes sehr in der Hand hat, ihn auch für schwere Böden, den Bedürfnissen derselben entsprechender zu machen.

Sehr empfehlenswerth ist der Compost ferner für Wiesen und bessere Weiden (Koppeln). Bei diesen wird aber auch meistens die Composterde schon sehr gute Dienste leisten.

Was die Art der Anwendung des Compostes anbetrifft, so erfolgt dieselbe in der Weise, daß von dem Wagen aus zunächst kleine Haufen auf dem Felde gebildet werden, welche dann gleich zu breiten und mit Pflug und Egge unterzubringen sind. Vielfach und zwar dann, wenn der Compost gut concentrirt ist, empfiehlt sich sofortiges Breiten mit Umgehung der Haufenbildung noch mehr.

Der Compost ist ja ein fertiger Dünger und findet daher auch seinen Platz, sowie er auf das Feld gebracht ist, am besten gleich im Acker.

Die Stärke der Düngung ist im Allgemeinen nicht gut zu bestimmen, da sie von der Concentration des Compostes abhängt.

Zweiter Abschnitt.

Relative Dungmittel.

I. Die vor Allem direkt düngend Wirkenden.

Kapitel I.

A. Die Excremente der Vögel.

§ 194.

Geschichtliches über den Vogeldung.

Mago, König von Carthago, dessen Werke über Landwirthschaft nach der Zerstörung von Carthago auf Veranlassung des römischen Senats von Decius Silanus ins Lateinische und vom Cassius Dionysius ins Griechische übersetzt wurden, und der, obgleich Feind der Römer, von diesen der Vater der Landwirthschaft genannt wurde, bespricht bereits den Vogeldung und rühmt vor Allem den Taubendung. Cato (geb. 234 v. Chr.), der erste römische landwirthschaftliche Schriftsteller, stellt den Vogeldung in die erste Reihe. Während Mago und Cato vor Allem den Taubendung rühmen, zieht dagegen Varro (39 v. Chr.) den Dung von Krammetsvögeln und Amseln vor. So merkwürdig uns das Anpreisen des Düngers der soeben genannten Vögel erscheinen muß, da wir nicht im Stande sind, uns irgendwie wesentliche Mengen desselben zu verschaffen, so wenig auffallend ist dies bei den Alten, denn diese hatten schon zu den Zeiten, in denen Mago und Cato schrieben, bei den Gebäuden große Taubenhäuser, Columbarien genannt, von denen eins oft 5000 Tauben faßte; diese Columbarien waren kreisrund gebaut und hatten eigene Wärter. Zu Varro's Zeiten wurden ferner große Vogelhäuser, Aviarien genannt, gebaut, welche für Drosseln, Krammetsvögel und Amseln bestimmt waren. Diese Vögel wurden gemästet und verkauft und zwar schon zu Zeiten Varro's, wenn ein Triumph gefeiert wurde, das Stück zu 3 Denaren (2,20 ℳ), was später, im Anfang des Kaiserreichs, zur Zeit Columella's (50 n. Chr.) der gewöhnliche Preis war. Obgleich so durch den Verkauf der Vögel ein bedeutender Gewinn erhalten wurde,

so war doch der Hauptgewinn der Dung, namentlich später, wo der Luxus wieder nachließ. Palladius, der um die Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. lebte, sagte daher, ohne auf den Verkauf des Geflügels Rücksicht zu nehmen: „um die äußeren Wände des Hofes sind Geflügelhäuser anzulegen, weil der Dung der Vögel dem Ackerbau am meisten nothwendig ist, mit Ausnahme des Gänsemistes, welcher allen Saaten schädlich ist"; letzteres schlechte Urtheil über den Gänsemist, sowie über den Entenmist, spricht auch Varro aus. Palladius hält den Vogeldung für die Grasfelder um so besser, je frischer er ist.

1. Der Guano.

§ 195.

a. Geschichte des Guano und des Guano-Handels.

Der Guano, welcher in der Sprache der Inkas Huanu genannt wird, wurde nach Garcilaso de la Vega in Peru bereits im 12. Jahrhundert und um dieselbe Zeit (1154) nach Edrisi in Arabien angewendet.

Von europäischen Reisenden erwähnen den Guano als vorzügliches Dungmittel im vorigen Jahrhundert Feuillé (1710), Frezier (1713) und Ulloa (1740). Der erste, welcher in diesem Jahrhundert Guano nach Europa brachte, war A. v. Humboldt (1804), welchen Fourcroy, Vauquelin und Klapproth untersuchten und so die Bedeutung und Wichtigkeit desselben darthaten. General Beatson machte dann auf St. Helena auf Veranlassung von Sir J. Banks die ersten Versuche mit Guano zu Kartoffeln, welche vorzügliche Resultate ergaben. 1824 erhielt Skinner in Baltimore 2 Fässer Guano, mit denen ebenfalls erfolgreiche Versuche angestellt wurden; ferner machte noch der Reisende d'Orbigny auf ihn aufmerksam, trotzdem aber scheiterten die ersten Versuche im Jahre 1835, den peruanischen Guano in Europa in Anwendung zu bringen. Fünf Jahre später, 1840, wagte es dann wieder das Handelshaus Quiros Allier u. Co. in Lima, eine Ladung Guano nach Liverpool zu senden. Mit diesem Guano ließ die britische Ackerbaugesellschaft zu Liverpool (Lord Stanley) von einem Herrn Myers vergleichende Versuche anstellen, welche für den Guano glänzend ausfielen. Diese Resultate wurden dem Hause Quiros Allier u. Co. mitgetheilt, in Folge dessen dieses Haus der peruanischen Regierung einen Contract vorschlug, auf welchen die Regierung einging. Durch diesen merkwürdigen Contract, welcher am 17. December 1840 abgeschlossen wurde, erhielt das genannte Handelshaus gegen Zahlung von 60000 Dollar das ausschließliche Recht der Guanoabfuhr auf 6 Jahre; von dieser Summe mußte das Haus für die ersten 4 Jahre den Betrag mit 40000 Dollar gleich erlegen. Die Ausbeute begann darauf im März 1841 mit so gutem Erfolge, daß bis October 1841 bereits 23 Schiffe mit mehr als 6000 Tons nach Europa versandt waren.

Von diesen Schiffen fand auch eins seinen Weg nach Deutschland und zwar durch Johannes Mutzenbecher, Theilhaber der Firma J. D. Mutzenbecher Söhne, welcher gerade in Peru anwesend war, und seinem Hamburger Hause 10000 Centner sandte.

Dies war der erste Anfang des Guano-Imports in Deutschland. Das Schiff Josephine, Capitain Valentin, kam am 22. Februar 1842 in Hamburg an und bezog eine Fracht von 26000 Mark Banco. Die Ent-

löschung des Schiffes konnte interessanter Weise erst auf besondere Erklärung des Gesundheitsrathes stattfinden.

Im November 1841 hatte das englische Schiff Byron die Nachricht nach Peru gebracht, daß der Guano in England zu außergewöhnlich hohen Preisen, 140 Dollar per Ton, d. i. 7 Doll. per Centner, verkauft sei. Diese Nachricht rief in Lima eine so große Aufregung hervor, daß die Regierung von Peru sich gezwungen sah, mit dem Hause Quiros Allier u. Co. von Neuem zu unterhandeln, den Contract mit diesem Hause aufzuheben und Speculanten zur Verpachtung des Guano einzuladen. In Folge dessen wurden mit verschiedenen Häusern der einzelnen Länder Contracte und zwar meistens auf 4 Jahre abgeschlossen. Diese Contrahenten wurden Agenten der peruanischen Regierung und hatten für deren Rechnung, jeder in seinem Lande, den Guano zu verkaufen, wofür ihnen außer den Unkosten der Verladung und Verschiffung $3^1/_2$—$4^1/_2$% Commission vom Betrage der Verkaufssumme bewilligt wurden. Die bedeutenden Vorschüsse an die Regierung wurden den Contrahenten mit 5% verzinst.

Durch einen solchen Vertrag kam das Haus Anthony Gibbs u. Sons in den Besitz der Einfuhr des Guano nach England und Deutschland. Dies war von großer Wichtigkeit, denn von den $^1/_2$ Mill. Tons, welche damals in der Regel verschifft wurden, ging die größere Hälfte durch die Hände dieses Hauses; von dem erzielten Kaufpreise fiel der peruanischen Regierung nicht einmal $^2/_3$ zu, alles übrige blieb in Fracht und Unkosten stecken. Das Haus Mutzenbecher Söhne war unter diesem Regime zunächst Importeur für Deutschland. Damals mußten allerdings die großen Seeschiffe zum Theil im Canal und in Cowes, zum Theil sogar in London Ordre nach Deutschland nehmen, wie dies in ihrer Charte-Partie bestimmt war, da jeder Tag neue Bedürfnisse bringen konnte. In dieser Zeit mußte der deutsche Landwirth die in englischen Fluß-, Hafen- und Dockgebühren bestehenden Spesen bezahlen.

Gibbs u. Sons waren damals die alleinigen Herrscher in dem Guanohandel, daher konnte hier Niemand Hülfe schaffen. 1855 erhielten die Herren Mutzenbecher Söhne die letzte Guanoladung; im Juni 1856 trat an deren Stelle das Haus Feldmann, Böhl u. Co., gegen welches Gibbs u. Sons alte Verpflichtungen hatten.

War bis dahin in Deutschland wenigstens eine gewisse Freiheit des Verkehrs im Guano-Handel vorhanden gewesen, so wurden jetzt von Gibbs u. Sons die strengsten Formen eingeführt, um damit die Originalität der Waare unter allen Umständen zu sichern. Dies war jedenfalls zum Vortheil der Landwirthe, wenn es auch manche Klagen und manchen Gegner hervorrief. Diese von Gibbs u. Sons eingeführten Formen wurden von dem deutschen Hause aufs strengste aufrecht erhalten.

Endlich lief 1861 der Contract von Gibbs u. Sons ab. Jetzt erhofften die bei dem Guano-Handel betheiligten Häuser freieren Verkehr und günstigere Bedingungen; doch keins von beiden trat ein. Die Aufsicht über den Vertrieb wurde noch strenger und der Vortheil der Zwischenhändler geringer. Dies schaffte dem Guanohandel viele Feinde. Am 20. August 1860 sollten nach den Bestimmungen der peruanischen Regierung neue Contracte abgeschlossen werden, wozu schriftlich eingeladen war. Dieser Termin wurde indeß, trotzdem peruanische und andere Häuser sich hierauf vorbereiteten und in Lima Geld massenhaft angehäuft war, doch nicht eingehalten, sondern bis zum September verschoben. Am 25. September theilte die Regierung den betreffenden Häusern mit, daß sie ihre Offerten

in Erwägung gezogen habe. Das Resultat dieser Erwägungen war, daß alle Offerten nicht acceptirt wurden und die Regierung neue Bedingungen aufstellte, welche sie den Häusern vorlegte, die die annehmbarsten Propositionen gestellt hatten. Hiernach sollten die Contrahenten von den noch näher zu bestimmenden Sicherheitsvorschüssen 4% Zinsen erhalten und als Verkaufsprovision und Delcredere für die durch ihren Vertrieb gehenden Quantitäten 2½% von der ganzen Summe und 2½% von den Frachtgeldern für die Bemühung, die erforderlichen Schiffe zu chartern.

Diese Bedingungen wurden nicht nur dem für Deutschland eingetretenen Hause, sondern auch dem für Frankreich, Belgien, Niederlande, Italien, und in einer einzigen Offerte dem für Nordamerika und England mit seinen Colonien gestellt. Der Contract mit dem Hause in Spanien war noch nicht abgelaufen.

Eine der Hauptbedingungen bei dieser Theilung der Welt, wie man es wohl nennen darf, war und blieb natürlich die, daß jeder Unternehmer sein Reich allein haben sollte, damit er ohne Concurrenz blieb, denn ohne diese Grundbedingung war er in Gefahr, durch eine gewandte Concurrenz bei Seite geschoben zu werden und an seinen Vorschüssen Verluste zu erleiden.

Die Frist zur Annahme war auf drei Tage festgesetzt. Nach Verlauf derselben hatten erst die Häuser für die Niederlande und für Frankreich angenommen, alle andern erhofften noch bessere Bedingungen. Gibbs u. Sons verzichteten ganz.

Für Deutschland [1]) kam endlich der Vertrag am 26. Februar 1861 und zwar mit dem Hause Henry Witte u. Schutte zu Stande, dessen deutsche Geschäftsfreunde zur Ausführung der Sache die Hamburger Häuser J. D. Mutzenbecher Söhne und A. J. Schön u. Co. gemeinschaftlich waren; ersteres namentlich für den practischen Vertrieb des Guanos. Das Geschäft war für die Häuser Monopol und wurde wesentlich günstiger, als zuerst erhofft, so daß manche Neider entstanden.

Um diese Zeit wurde die Qualität des Guano schlechter und dies schuf demselben manche Feinde und sehr viele Verdächtigungen. Es entstand so die Ansicht, daß alle Schiffe noch in England halten müßten, die Ladung dort chemisch untersucht würde und daß dann nach dem Ausfall der Analyse die beste Qualität in England verbliebe, während nach Deutschland nur die schlechte gelange. Das war aber dem Contracte nach, der mit Peru eingegangen war, durchaus unmöglich. Der wirkliche Grund bestand darin, daß die oberen besseren Schichten auf den Chinchas-Inseln verbraucht und die unteren jetzt an die Reihe kommenden Schichten von schlechterer Beschaffenheit waren.

Nach den Angaben der Herren Rücker, Offer u. Co. soll die peruanische Regierung bereits 1860 begonnen haben, Schiffe bei der Guañape-Insel zu beladen und die Absicht vorgelegen haben, noch andere Lager nach Bedarf in Angriff zu nehmen. Von den Agenten der peruanischen Regierung wurden diese Angaben auf das Bestimmteste in Abrede gestellt.

Die Häuser Mutzenbecher Söhne und A. J. Schön behielten den Guano-Verkauf bis zum Jahre 1870, er ist also in den Händen beider Firmen ca. 9 Jahre gewesen.

---

[1]) Die Agenten für England, Schottland und Irland waren J. Thomson, T. Bonar u. Co. in London, für Frankreich Thomas Lachambre u. Co., Paris, für Belgien J. Lescan u. Co., Antwerpen, für Holland Alexis Serruys, Rotterdam.

Naturgemäß kamen nicht alle Schiffe ohne irgend welche Havarie in Hamburg an, sondern manche hatten auf der See Schaden erlitten, wodurch auch ein Theil des Guano beschädigt d. h. mehr oder weniger naß geworden war. Diese beschädigte Waare wurde von den genannten Firmen nicht verkauft, theils wohl der strengen Vorschriften wegen, welche von der peruanischen Regierung für den Verkauf vorgeschrieben waren, theils aber auch durch die große Reellität beider Häuser bedingt. Der Verkauf dieses Guano, auch unter der Bezeichnung seebeschädigt und mit entsprechend niedrigerem Preise hätte sehr leicht gewissenlosen Händlern Gelegenheit geben können, diesen havarirten Guano für gesunden zu verkaufen resp. ihn behufs Herstellung trockner Waare mit trockner Erde u. dergl. zu vermischen und dann abzugeben. Es wäre dies zur damaligen Zeit um so bedenklicher und gefährlicher für den ganzen Guano-Handel gewesen, als eine Gehalts-Garantie nicht gegeben wurde, sondern die einzige Garantie, welche geboten, in der Versicherung bestand, der Guano sei unverfälschter, reiner Peruguano. Dieser seebeschädigte Guano, welcher in großen Mengen auf den Lagerplätzen beider Häuser in Hamburg und Rotterdam aufgehäuft war, wurde Veranlassung zu einer neuen Aera, wie man wohl sagen kann, für den Peruguano: Die weitere Anhäufung dieser Guanomassen war zur Unmöglichkeit und zwar aus verschiedenen Gründen geworden, welche für jeden so nahe liegen, daß ihre nähere Angabe unnöthig ist. Da er als seebeschädigt nicht verkauft werden sollte, so mußte er irgendwie verarbeitet und in einer Form in den Handel gebracht werden, daß eine Täuschung des Publikums nicht möglich war. Im Jahre 1864, nachdem seit 1861 sich bedeutende Mengen seebeschädigten Guanos angehäuft hatten, traten nun Ohlendorff u. Co. mit den genannten Firmen in ein Contracts-Verhältniß, durch welches diesem Hause unter Darbietung der erforderlichen Garantie in Betreff des vorher Gesagten, der seebeschädigte Guano überlassen wurde. Diese Firma verwandelte zunächst mit einem von derselben entdeckten Verfahren den seebeschädigten Guano ohne Stickstoff-Verlust in trockene Waare, verließ indeß sehr bald diese Methode und ging noch in demselben Jahre zur Aufschließung des Guano mit Schwefelsäure über. Die hierdurch entstandene Waare fand bei den Landwirthen so allgemeinen Anklang, daß der seebeschädigte Guano sehr bald verbraucht war und jetzt gesunder Guano zur Aufschließung benutzt werden mußte, was diesem Hause durch weiteren Contract mit den oben genannten Firmen ermöglicht wurde. Abgesehen davon, daß Ohlendorff u. Co. von Haus aus als ersten Grundsatz für ihr Geschäft die allerstrengste Reellität hinstellten, und außerdem sehr geschickt zu manipuliren verstanden, war natürlich unter Voraussetzung des soeben Gesagten, der Hauptgrund, weshalb sich dieser aufgeschlossene Guano so schnell das Vertrauen der Landwirthe erwarb, der, daß dieses Haus den Guano unter ganz fester Garantie seines Gehaltes an den beiden wichtigsten Nährstoffen, an Stickstoff und Phosphorsäure, in den Handel brachte. Dies war was durchaus Neues und zwar sowohl in Betreff des Handels mit Peruguano, wie bereits vorher bemerkt, als auch überhaupt betreffs des Handels mit concentrirten Düngemitteln. Wegen dieser Thatsache hielten wir uns für berechtigt, den Eintritt der Firma Ohlendorff u. Co. in den Handel mit Peruguano als eine neue Aera für diesen Guano zu bezeichnen. Unterstützt wurden die Bemühungen von Ohlendorff u. Co. ferner noch dadurch, daß, wie bereits vorher angedeutet, die Beschaffenheit des Peruguano in den letzten Jahren etwas schlechter geworden war.

Nachdem im Herbst 1870 der Contract von Henry Witte und

Schutte, resp. der von Mutzenbecher Söhne und Schön abgelaufen war, wurde von der peruanischen Regierung ein neuer Contract mit dem Hause Dreyfus frères u. Co. in Lima und Paris für ganz Europa abgeschlossen und zwar übernahm dieses Haus ca. 1,9 Mill. Tons Guano. Diese Firma behielt den Vertrieb des Guano in Frankreich selbst und übertrug, nachdem einige Monate das Geschäft für Deutschland der Hamburger Norddeutschen Bank und Anton Moebius anvertraut gewesen war, die General-Agentur für den übrigen Theil Europas dem Hause J. Henry Schröder u. Co. in London, welches den Vertrieb in England selbst in der Hand behielt, dagegen den für Deutschland, Holland, die Schweiz, Scandinavien und Rußland dem Hause Ohlendorff u. Co. übertrug.

Die ca. 1,9 Mill. Tons, welche Dreyfus frères u. Co. von der peruanischen Regierung gekauft hatte, waren in einem bestimmten Zeitraume abzunehmen, so daß der mit Dreyfus abgeschlossene Contract im Jahre 1876 sein Ende erreichte. Die nothwendige Folge hiervon war, daß um diese Zeit bedeutende Quantitäten Peruguano in Europa lagerten, welche den Bedarf auf mehrere Jahre deckten.

Beim Herannahen des Endes des Contractes mit Dreyfus bemühte sich die peruanische Regierung eifrigst für einen neuen Contract in Europa geeignete Contrahenten zu finden, jedoch lange vergebens, bis endlich eine in London und Paris gebildete Gesellschaft unter der Firma Peruvian Guano Company limited in London in einen neuen Contract mit der Regierung eintrat. Diese Gesellschaft übertrug ihre Agentur für Deutschland, Holland und den Norden dem Hamburger Hause Schroeder, Michaelsen u. Co. Dieses Haus, welches den Verkauf für Deutschland und den Norden selbst in der Hand behielt, dagegen den für Holland und die deutschen Rheinlande an Mees u. Moens in Rotterdam überließ, hatte anfänglich einen recht schweren Stand; es waren ja noch, wie bereits bemerkt, große Quantitäten Guano in Europa resp. Deutschland lagernd (ca. 16 Mill. Centner) und das Haus Ohlendorff u. Co. war so lange Zeit der alleinige Verkäufer dieses Düngers gewesen und besaßen voll und ganz das Vertrauen der Landwirthe, so daß es einem neuen Hause schwer werden mußte, mit dem Verkaufe von Rohguano schnell zu reüssiren. Es kam noch hinzu, daß in den letzten Jahren sehr wenig Rohguano gekauft worden war, da derselbe ja ohne Gehalts-Garantie abgegeben wurde und die Beschaffenheit desselben, nachdem die Chinchas-Inseln entleert waren, sehr schwankend geworden war und somit die Landwirthe das rechte Vertrauen an dem Rohguano verloren hatten. In dem aufgeschlossenen Guano besaßen die Landwirthe einen Dünger, dessen Gehalt sicher garantirt und bei dem die Garantie, man kann sagen, stets innegehalten worden und der sich dadurch ihr Vertrauen erworben hatte. Ohlendorff u. Co. hatten ferner noch große Quantitäten Guano auf Lager und ihre Beziehungen zu dem Hause Dreyfus frères u. Co. ließen es ihnen nicht thunlich erscheinen, gleich mit dem neuen Hause in Verbindung zu treten.

Dies alles war wohl die Ursache, daß von jetzt an eine wesentliche, für die deutsche Landwirthschaft höchst wichtige Aenderung bei dem Verkaufe des rohen Peruguano eintrat. Das Haus Schröder, Michaelsen u. Co. entschloß sich nämlich, den Rohguano ebenfalls unter bestimmter Gehalts-Garantie abzugeben. Bei der ungleichen Beschaffenheit des Rohguano war dies aber nicht so leicht. Um die Frage, welcher Art die Gehalts-Garantie zu sein habe, richtig zu stellen, wurde damals von dem Hause mit hervorragenden Agriculturchemikern verschiedentlich correspondirt.

Das erste Schreiben von Schröder, Michaelsen u. Co., in welchem sie bekannt machen, daß sie die alleinigen Agenten der Peruvian Guano Company limited in London für Deutschland, Scandinavien, Holland und Oesterreich geworden seien, datirte vom November 1876. In diesem Jahre ist aber von dem Hause noch kein Guano an die Landwirthschaft abgegeben worden. Dasselbe war meines Wissens auch noch 1877 der Fall; die in diesem Jahre verkauften Quantitäten dürften wenigstens sehr geringe gewesen sein. Der Grund hiervon lag darin, daß einerseits, wie bereits bemerkt, das Vertrauen der Landwirthe in Bezug auf den rohen Peruguano sehr erschüttert war, und andererseits, daß die Sicherheit, welche das Haus anfänglich bot, um, wie es selbst in dem beregten Schreiben aussprach, die verlorene Sicherheit wieder zu gewinnen, keine genügende war. Das Haus erklärte nämlich damals, daß von jeder Ladung während der Entlöschung eine maßgebende Probe gemeinschaftlich von demselben und dem peruanischen Consul gezogen und diese dann untersucht werden sollte und daß der Befund den Verkaufspreis bestimmen würde. Durch dieses Vorgehen, so gut es gemeint war, würden sich eine Anzahl Peruguano von variirendem Gehalte auf dem Markte befunden haben. Hierdurch würde dem Betruge, der ja leider dem Düngergeschäfte nie ferne gewesen ist, Thür und Thor geöffnet gewesen sein. Der Handel mit dem rohen Peruguano konnte erst wieder eine gesicherte Basis erhalten, wenn eine bestimmte Garantie für den Gehalt an den beiden wichtigsten Nährstoffen desselben geboten wurde und sich diese Garantie nicht nach der Beschaffenheit jeder Ladung änderte. Dies sah das Haus Schröder, Michaelsen u. Co. denn auch bald ein und traf demnach Vorkehrungen in der Art, daß dieser berechtigten Forderung der Landwirthschaft Rechnung getragen wurde. Jetzt wird dies dadurch ermöglicht, daß der Guano gemahlen, wenn erforderlich, getrocknet, die etwas größeren Steine entfernt, die einzelnen ankommenden Ladungen ihrer Zusammensetzung nach genau bestimmt und dann entsprechend gemischt werden. Dies geschah 1878, in welchem Jahre das Haus einen gemahlenen, rohen Peruguano mit der Garantie von 7 % Stickstoff und 14 % Phosphorsäure in den Handel brachte. Zur Feststellung der gebotenen Garantie für die Landwirthe stellte sich Schröder, Michaelsen u. Co., wie dies schon längst von Ohlendorff u. Co. geschehen war, ebenfalls unter Controlle einer Anzahl von Versuchsstationen. Trotzdem aber fand der gemahlene Peruguano nicht so schnell Eingang bei den Landwirthen, wie dies wohl zu erwarten gewesen wäre. Das Vertrauen an den rohen Guano war eben zu sehr erschüttert und der Landwirth andererseits an den aufgeschlossenen Guano in so hohem Grade gewöhnt.

Um diese Zeit war von dem Hause Mees u. Moens an M. H. Salamonson in Rotterdam und Emmerich Guano behufs Aufschließung überlassen worden, so daß 1878 mithin zwei Firmen das Recht, aufgeschlossenen Guano zu fabriciren, hatten. Lange dauerte dies aber nicht, denn bereits Ende dieses Jahres kam zwischen den Häusern Schröder, Michaelsen u. Co. und Ohlendorff u. Co. ein Abkommen dahin zu Stande, daß die letztere Firma die alleinige Herstellung des aufgeschlossenen Peruguano für Deutschland und den Norden mit Ausschluß der Rheinprovinz, und einige Monate später, Juli 1879, auch für die Rheinprovinz und Holland übertragen wurde.

Ohlendorff u. Co. waren somit wieder seit Mitte 1879 die allein autorisirten Fabrikanten des aufgeschlossenen Peruguano für Deutschland, Holland, den Norden rc., da laut des Contract-Abschlusses weder Schröder,

Michaelsen u. Co., sowie Mees u. Moens, noch irgend ein auswärtiger Agent der Peruvian Guano Company limited in London an eine andere Firma zum Zwecke der Ausschließung weder direkt noch indirekt Peruguano verkaufen oder liefern durfte.

Durch die Kriegsereignisse in Peru ist jetzt auch der Contract der Peruvian Guano Company limited in London beendigt und ebenso ist durch dieselben der peruanischen Regierung die Möglichkeit entzogen worden, in neue contractliche Verhältnisse einzutreten. Für Deutschland liegt daher das Guano-Geschäft wie folgt:

Ohlendorff u. Co. haben als die Agenten von Dreyfus frères u. Co. resp. von J. Henry Schröder u. Co. noch ein bedeutendes Lager aus dem Contracte mit dieser Firma. Schröder, Michaelsen u. Co. verkaufen noch von den Vorräthen aus dem Contracte mit der Peruvian Guano Company limited in London und außerdem hat die chilenische Regierung von den von ihr mit Beschlag belegten Guano-Inseln ein bedeutendes Quantum Guano an das Haus Anthony Gibbs u. Sons in London in Consignation gesandt, von welchem noch immer Ladungen ankommen, welche meistens schwimmend verkauft werden. Die chilenische Regierung ferner, welche jetzt wohl die alleinige Verfügung über die Guanolager in Peru hat, ist bemüht, ein Quantum Peruguano von 1 Mill. Tons mit einem europäischen Hause abzuschließen. Es ist daher wohl mit Sicherheit anzunehmen, daß noch im Laufe dieses Jahres ein neuer Contract mit einem europäischen Hause ins Leben treten wird.

Für das Jahr 1882 gilt noch für den rohen gemahlenen Guano die 1878 gegebene Garantie.

In Deutschland wurden die ersten Versuche mit Peruguano von Lucas Andreas Staudinger in Holstein und Stecher im Königreich Sachsen gemacht. Um die Einführung des Peruguano in Deutschland machten sich ferner Adolf Stöckhardt und der Oeconomierath Geyer verdient. Es gab natürlich anfänglich viele Gegner und Zweifler an der Wirkung dieses Düngers, der theuer und in verhältnißmäßig so kleinen Quantitäten wirken sollte. Da war es Stöckhardt, der vielen dieser merkwürdigen Particularisten durch eine gerade ihm sehr eigenthümliche und höchst interessante Redewendung den Mund stopfte. Er gab nämlich auf eine, mit einiger Emphase öffentlich gestellte Frage „Warum wirkt denn der Guano in Mecklenburg nicht?“ die sehr gute Antwort: „Weil es eben nicht wahr ist!“

§ 196.

b. Geographische Verbreitung der Guanosorten.

Die Zahl der bis jetzt entdeckten Guanolager ist eine ziemlich bedeutende; im Folgenden soll versucht werden, dieselben nach den Erdtheilen (resp. Meeren), soweit es bis jetzt möglich, zu ordnen.*)

*) Die Angaben über die Fundörter der einzelnen Guanolager sind zuweilen widersprechend; häufig sind überhaupt keine gemacht. Da die Inseln, auf denen der Guano vorkommt, meistens sehr klein und daher oft auch auf den größeren Karten nicht verzeichnet sind, und dasselbe von den

1. Amerika.

a. Südamerika.

Peru. — Eine Anzahl von Inseln in der Nähe der langgestreckten Küste von Peru, sowie verschiedene Stellen der Küste dieses Landes sind, resp. waren mit Guanolagern bedeckt. So die Chinchas-, Guañape-, Ballestas-, Macabi-, Lobos- und Patillos-Inseln; ferner die Küsten Pabellon de Pica, Chipana, Huanillos, Punta de Lobos, Chanavaya, Patasche, Punta de Patillos, Indepencia-Bay und Lobos de tierra.

Columbia, jetzt in die Staaten Venezuela, Neu-Granada und Ecuador getheilt; von hier aus ist Guano unter dem Namen columbischer Guano oder auch nach den einzelnen Staaten benannt, in den Handel gekommen: so von der Küste Venezuela der Maracaïbo- oder Monks-Guano; westlich von Ecuador die Gallopagos-Inseln.

Bolivia, hier der bolivianische oder „Mejillones"-Guano, patagonische, der Lion-, auch Leone-Guano und der Guano von Carrière.

b. Nord-Amerika:

Hier Guanolager an den Küsten von Mexiko, Californien, Raza-Inseln, Patos-Inseln und an den Küsten der Halbinsel Labrador; ferner im mexikanischen Meerbusen: auf der Curaçao-, Aruba-, Navassa-Insel.

2. Afrika.

Auf der westlichen Seite befinden sich Guanolager auf der Insel Ichaboe (auch Itschabo), an der Algoa-Bay, Saldanha-Bay, wahrscheinlich liegt hier auch die Angra- und Pequina- (?) Insel.

3. Australien.

Sharks Bay, Swan Island mit Guanolagern.

4. West-Indien.

Guanolager sind hier auf den virginischen Inseln: Sombrero, Aves (150 Meilen westlich von Guadeloupe), auf Cuba 2c.

5. Im stillen Ocean.

Die Baker-, Jarvis-, Howland-, Malden-, Starbuck-,

Oertern an der Küste gilt, so ist es vielfach sehr schwer, die Lage der Fundörter richtig anzugeben. Aus diesem Grunde bitten wir um Verzeihung, wenn etwa unrichtige oder ungenaue Angaben vorkommen sollten. Die uns selbst fraglichen sind mit einem Fragezeichen versehen.

Fanning-Inseln, die Phönix-Gruppe (zu dieser die Enderbury-Insel), Lacepede-, Browns-, Huan- und Surprise-Inseln.

6. Asien.

Kooria-Mooria an der arabischen Küste, ferner zwischen den Küsten von China und Japan einerseits und den Sandwichs-Inseln anderseits: Frensch Frigatte Schoal, Maro Reif und Laysan's Island (die letzteren Angaben sind von Boussingault gemacht).

7. Europa.

Sardinien, Ungarn, Dänemark, Schottland, Frankreich, Deutschland.

§ 197.

c. Entstehung und Zusammensetzung der Guano.

Der Guano wird von den Excrementen, Federn, Knochen und Leichen einer Anzahl von Seevögeln, sowie auch von den Excrementen und Leichen größerer Seethiere gebildet. Die Species der Seevögel, denen der Guano seine Entstehung verdankt, sind nach Tschudi die folgenden: Laurus modestus Tsch., Rhyncops nigra Lin., Pelecanus Gaimartii Less., Pelecanus thayns Mol., Sula variegata, Carbo albigata, Plotus anhinga, Spheniscus Humboldtii, Sterna inca u. s. w.

Die Behauptung von Völcker und Anderen, daß der Guano nur von den Excrementen von Seevögeln stamme, ist sicherlich keine richtige, denn daß in demselben auch Eier, Federn, Knochen u. s. w. der Seevögel vorkommen müssen, geht aus der einfachen Thatsache hervor, daß diese Thiere daselbst ihre Nester bauen, dort brüten und die Nächte zubringen. Es würde gewiß sehr merkwürdig sein, wenn sich trotzdem nur die Excremente derselben dort anhäufen sollten. Daß ferner auch größere Seethiere, wie Robben, Seehunde, Wallrosse u. s. w. ihren Theil zur Bildung dieser Lager beigetragen haben, muß man nach den Berichten der Reisenden, welche die Guanolager besucht haben, ebenfalls als sicher annehmen. Die Kapitäne Fyfe und Bulford, Rucker und Andere berichten, daß die Guanolager mit Tausenden von Skeletten dieser Thiere bedeckt sind. Ein weiterer Beweis liegt auch in der Thatsache, daß in dem Guano Gerippe von Seevögeln und Ueberreste von größeren Seethieren nach Europa gelangen.

Daß aber die Excremente der Seevögel den wichtigsten Theil an der Entstehung und Bildung des Peruguano genommen haben, geht aus der Zusammensetzung desselben hervor. Die bedeutende

Menge von Harnsäure, welche wir im Guano finden, ist hierfür der sicherste Beweis; anderseits beweisen aber die schwefel- und stickstoffhaltigen Substanzen, sowie die große Menge der Phosphate, daß auch Fleisch, Knochen 2c. ihren Theil zur Bildung beigetragen haben.

Obgleich nun die Entstehungsart aller Guanoarten eine ziemlich gleiche ist, so ist doch die Zusammensetzung und der Werth der einzelnen sehr verschieden. Diese beiden Thatsachen sind überraschend und bedürfen der Erklärung. Außer der Entstehungsart bedingen die Beschaffenheit der Guanolager die klimatischen Verhältnisse der Fundörter und die Lage derselben zum Meere, und zwar sind vor allem die ersteren maßgebend. Ist das Klima des Fundorts warm und trocken, so trocknen die Excremente schnell aus und erhalten sich mit geringen Veränderungen in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit sehr lange, da der eine Factor der Zersetzung, das Wasser, fehlt. Unter solchen klimatischen Verhältnissen ist der Peruguano entstanden. Wenn aber das Klima der Fundörter warm, und dieselben in Landstrichen befindlich sind, in denen Regen fällt, oder wenn die betreffenden Inseln von dem Meere zeitweise überspült werden, so werden die Excremente u. s. w. sehr bald verändert, da durch das zeitweilige Austrocknen und Anfeuchten die Zersetzung der organischen Stoffe sehr begünstigt wird; diese verschwinden so allmählich fast vollständig, indem sie in Form von kohlensaurem Ammoniak, Kohlensäure und Wasser in die Atmosphäre entweichen. Die löslichen unorganischen Salze — die Alkalisalze — werden ebenfalls ausgewaschen, so daß bei solchen Guano fast nur noch die unlöslichen unorganischen Verbindungen, vor Allem der phosphorsaure Kalk, zurückgeblieben sind, z. B. beim Baker-, Jarvis-, Howland-, Mejillones-, Raza-Guano u. s. w.

Der Ichaboe-Guano ist ein schönes Beispiel für diese Art der Zersetzung. Gleich nach seiner Entdeckung hatten die obersten, jüngsten Schichten einen Stickstoffgehalt von gegen 8%, während dann der der unteren allmählich unter 3% fiel; der im Jahre 1864 importirte von neuer Bildung hat dagegen wieder 9%.

Einige Aufklärung über die Veränderungen, welche die Guano beim Lagern erlitten haben, kann uns die Zusammensetzung der Excremente der Seevögel geben. Leider liegen aber nur wenige und zwar nur ältere Analysen über diese vor. Coindet untersuchte die Excremente einiger Seevögel und fand ihre Zusammensetzung wie folgt:

	Senegal-Adler.	Amerikan. Adler.	Amerikan. Seeadler.
Harnsäure	89,79	90,34	84,65
Ammoniak	7,85	8,87	9,20
Phosphorsaurer Kalk .	2,36	0,76	6,15
	100,00	99,97	100,00

Bei diesen Analysen nimmt das gänzliche Fehlen der Alkalisalze und das Vorhandensein des phosphorsauren Kalks als einziger unorganischer Bestandtheil der Excremente Wunder; wahrscheinlich ist aber das hier mit phosphorsaurem Kalk bezeichnete überhaupt Asche.

Wir finden somit in den Excrementen der Seevögel Harnsäure und bereits gebildetes Ammoniak; beim Lagern derselben und der Einwirkung der Zersetzungs-Factoren auf sie, geht Ammoniak durch Verflüchtigung verloren und zugleich tritt Zersetzung der Harnsäure ein, durch welche unter anderm Harnstoff und Oxalsäure resp. Kohlensäure entsteht, von welchen der erstere sich dann bald in kohlensaures Ammoniak umsetzt.

Je günstiger die Bedingungen der Zersetzung sind, um so schneller wird dieselbe vor sich gehen, und um so geringer wird die Menge der organischen Stoffe und der Ammoniaksalze nach einer gewissen Zeit der Lagerung sein.

§ 198.

d. Eintheilung der Guanosorten.

Die Entstehungsart und die Veränderungen, welche die einzelnen Guanosorten erleiden, beweisen bereits, daß die Beschaffenheit der verschiedenen im Handel vorkommenden Guanosorten eine sehr verschiedene sein muß. Da die klimatischen Verhältnisse der Fundörter vor Allem die Verschiedenheit der Zusammensetzung der Guano bedingen, so müssen wir dieselben je nachdem sie in Gegenden, welche warm und regenlos, oder in solchen, welche warm, aber mit Regen versehen resp. bei solchen, welche von dem Meerwasser zeitweise befeuchtet werden, gebildet sind, in zwei Gruppen theilen und jede dieser Gruppen auch für sich betrachten. Die Guano der einen Gruppe repräsentiert durch den Peruguano, sind reich an Stickstoff- und Phosphorsäure-Verbindungen und enthalten ferner noch einige Procente Kali; während die der anderen, als deren Vertreter der Baker- und Mejillones-Guano zu nennen sind, vorherrschend nur der Phosphorsäure ihren Dungwerth verdanken. Da somit die Wirkung der einzelnen Guanosorten eine verschiedene ist, so werde ich in diesem Kapitel nur diejenigen besprechen, welche zur ersten Gruppe gehören, während die anderen im nächsten Kapitel, das über die phosphorsäurereichen Dungmittel handelt, am besten ihre Stelle finden.

e. Der Peruguano.

§ 199.

α. Vorkommen des Peruguano.

Der unter dem Namen Peruguano im Handel vorkommende Guano stammt von verschiedenen Stellen der Küste

Peru's und von einer Anzahl in der Nähe derselben gelegenen Inseln.

Nach Boussingault erstrecken sich die Guanolager an der Küste Perus vom 2. bis zum 21.° s. Br.; er nennt als Hauptlagerstätten von Süden nach dem Aequator hin gezählt: Chipana, Huanillos, Punta de Lobos, Pabellon de Pica, Puerta ingles, Islas potillos, Punto grande, Isla de Iquique, Pisagua, Ilo, Jesus y Cocotea und die Inseln der Bay von Islay.

Der beste Guano war der Angamos-Guano und der auf den Chinchas-Inseln: ersteres Lager nicht von großer Mächtigkeit, letzteres dagegen sehr reichhaltig. Leider sind aber jetzt bereits seit einer Reihe von Jahren — ca. Ende der 60er — die Chinchas-Inseln erschöpft; wenn noch zu Anfang der 70er Jahre Guano von den Chinchas-Inseln im Handel war, so rührte dieser von Lagern in Europa her. Nach der Erschöpfung der Chinchas-Inseln wurde zunächst die Guañape-Insel in Angriff genommen und von dieser Guano nach Europa gebracht. Dieser Guano war sehr feucht und sehr reich an Steinen und Steinchen und blieb nur ca. ein Jahr im Handel — er diente weiter vor allem zur Fabrikation des aufgeschlossenen Peruguano — und an seiner Stelle wurde im nächsten Jahre 1872, der Ballestas-Guano nach Europa gebracht. Dieser Guano war wieder von guter Qualität und stand dem Chinchas-Guano sehr nahe. Leider war aber auch dieser Guano kaum ein Jahr im Handel und wurde dann wieder zurückgezogen, um ebenfalls zur Darstellung des aufgeschlossenen Guano benutzt zu werden. Da der Rohguano immer noch ohne Garantie verkauft wurde und wie allgemein bekannt, in seiner Qualität wesentlich zurückgegangen, vor allem in seiner Zusammensetzung sehr schwankend war, — 5—12% Stickstoff — so wurde vom Jahre 1874 an bis zum Jahre 1878 sehr wenig roher Guano gekauft. In dieser Zeit kam Guano von den Guañape- und Macabi-Inseln, von Pabellon de Pica, Pabellon de Pica Huanillas, Pabellon de Pica Punta de Lobos, von der Indepencia Bay und von den Lobos-Inseln nach Europa. In den Handel gelangte derselbe jedoch, wie früher nur unter dem Namen „Peruguano".

In der allerneuesten Zeit kommen, wie mir aus bester Quelle mitgetheilt ist, die Lager von Punta de Lobos, Lobos de Afuera, Pabellon de Pica und Huanillos zur Verschiffung.

Zum Schluß mag hier noch die Bekanntmachung des peruanischen Gesandten in London, P. Galvez, vom Jahre 1874, einer Liste derjenigen Orte, an welchen Ablagerungen von Guano gefunden worden sind, Platz finden.

Quebrada del Loa. — Ueberkleidungen oder oberflächliche Lager von Guano auf einem Berghügel.

Bahia del Chipana. — In den Umgebungen des Chipanagipfels sind ringsum starke Schichten von Guano ausgebreitet.

Puntay Bahia Chomache. — Diese Felsenklippen sind unbewohnt. Man findet auf ihnen nur vereinzelte Anhäufungen von Guano.

Isloteѕ de los Pajaros. — Auf diesen Inseln, welche sehr häufig von Seevögeln und Seehunden besucht werden, kommen Ablagerungen von frischen Excrementen oder Guano blanco vor.

Punta de Lobos o blanca. — Hier giebts sehr ansehnliche Lager von Guano, dessen Qualität mit der des Guano von den erschöpften Chinchas-Inseln nahe übereinstimmt.

Quebrada de Pica. — Guanolager an mehreren Orten.

Pabellon de Pica. — Trotz der starken Ausfuhr, welche für die einheimische Landwirthschaft stattgefunden, finden sich hier noch sehr ansehnliche Guanomassen.

Caleta de Pabellon. — Beschränkte Guanolager, aber sehr bequem zur Abfuhr gelegen.

Punta de Patache. — Ansehnliche Guanoanhäufungen an mehreren Stellen.

Islotes y Caletas de Patillos. — Schwache Guanoschichten.

Ensenada de Chiquinaha. — Die ganze Oberfläche ist mit Ablagerungen von ähnlicher Beschaffenheit wie der Lobosguano (No. 5) bedeckt, jedoch mit Kalksand überlagert.

Islotes Cololue. — Geringe Ablagerungen.

Caleta de Mejillones. — Sowohl auf den Klippenplateaux als an den niederen Stellen begegnet man schwächeren Guanoschichten.

La Capilla. — Weiße, wenig mächtige Anhäufungen von Guano.

Islad de la Viejas. — Enthält bedeutende Guanomengen.

Bahia de la Independencia. — Eine der mächtigsten Ablagerungen, bisher noch gar nicht angebrochen.

Isla é islote de Balesta. — Oberfläche mit einem Ueberzuge von Guano versehen.

Isla blanca. — Im oberen Theile des Eilandes Guanolager.

Isla Mashorca. — Enthält eine ansehnliche Menge von Guano.

Islas de Guanape. — Inselchen mit bedeutenden Guanomengen, mit deren Abbaue man gegenwärtig beschäftigt ist.

Isla de Macabi. — Der südlichste Theil der Insel ist ganz mit Guano bedeckt, wogegen im nördlichen Theile nur vereinzelte Lager vorkommen.

Islas de Lobos de Afuera. — Auf ihnen sind überall Guanomassen von bedeutender Mächtigkeit angehäuft.

Islas de Lobos de Tierra. — Gleichsfall mit starken Guanolagern.

Islas de Chincha. — Diese drei Inselchen, welche gegen 30 Jahre den Bedarf des Handels deckten, enthalten nur noch Guano in kleinen Resten.

Cabo de Lobos, — Islote de Jesus, — Punta de Pescadores, — Punta de Atico, — Punta de Lobos, — Punta de San Nicolas, — Punta de Donna Maria, — Islote Zarate, — Isla de San Gallan, — Isla de Asia, Isla Pachacamac, — Punta Solar, — Hormigas de Afuera, Punta de Pancha, Islotes Chiguilina. — Alle diese Inselchen und Riffe enthalten zwar etwas Guano, jedoch nur in spärlicher Menge.

Morro de Arica. — Punta de Chocalla, — Islote Bravo y Quitacalsones, — Islote de Carguin, — Isla Blanca, — Isla de Chao. — Enthalten geringere neuere Anhäufungen von Guano blanco.

§ 200.

β. Aeußere Beschaffenheit und Zusammensetzung. Guano-Knollen.

Die Farbe des Guano ist eine mehr oder weniger braune: sie ist um so heller, aus je höheren (d. h. jüngeren) Schichten der Guano stammt, und um so dunkler, je tiefer die Schichten liegen, denen er entnommen ist, durchschnittlich kann man sie als eine hellbraungelbe bezeichnen. Der Guano des Handels stellt jetzt ein feines, trockenes, sehr gut streubares Pulver dar.

Anders beschaffen ist dagegen der Guano auf seiner Fundstelle und bei seinem Importe. Der Guano wird ja, bevor er in den Handel gebracht wird, gemahlen und sorgfältig nach seiner Zusammensetzung gemischt. Die Beschreibung der Beschaffenheit des Rohguano vor 1878 kann daher heute nur einen historischen Werth beanspruchen und doch glauben wir, daß dieselbe manchem Leser willkommen sein dürfte, weshalb sie im Folgenden in Kürze gegeben werden soll. Die über den Rohguano vorliegenden Daten beziehen sich auf den Guano von den Chinchas-Inseln. Dieser Guano stellte eine ziemlich gleichförmige, pulverige Masse mit vielen Stücken von verschiedener Größe (mehr als Faust- bis Rapssamen-Größe) dar. Diese Stücken resp. Klumpen und Knollen sind, sorgfältig von der anhängenden pulverförmigen Masse gereinigt, von weißer, grauweißer, röthlicher oder brauner Farbe und entweder matt und bröcklich oder fettglänzend und krystallinisch, ihre Zusammensetzung ist keine constante. Außerdem fanden sich in dem Guano noch Steine verschiedener Größe, herstammend von seiner Lagerstätte — vorherrschend porphyrartiger Granit, dann auch, aber seltener, Feldsteinporphyr, Porphyrbreccie u. s. m. — Diese Steine gaben öfters zu der Annahme Veranlassung, daß sie dem Guano absichtlich beigemengt seien, z. B. von dem Ballast der Schiffe herrührten. L. Meyer, der eine große Portion dieser Steine — 300 — einer genauen Untersuchung unterwarf, constatirt indeß, daß sie entschieden von den Inseln selbst stammen.

Ueber die Zusammensetzung der Guanoknollen von weißer Farbe, nicht sehr harter und wenig krystallinischer Beschaffenheit, giebt Karmrodt folgende Zahlen:

Schwefelsaures Kali	7,49
Phosphorsaures Kali	9,52
" Natron	9,08
" Ammoniak	7,57
Schwefelsaurer Kalk	3,40
Harnsaures Ammoniak	4,09
Kleesaures "	41,28
Stickstoffhaltige, organische Substanz	10,17
Wasser	7,40
	100,00
Stickstoff	14,81%

Nach Phipson kommt ferner im Guano von den Chinchas-Inseln eine verhältnißmäßig dünne Schicht einer weißen Substanz vor, welche mehrere Zoll dicke Einbettungen bildet und hauptsächlich aus 2fach kohlensaurem Ammoniak besteht. Es ist eine weiße, krystallinische, compacte, bröcklige Masse, welche nach Ammoniak riecht, in Wasser löslich ist, sich durch Hitze fast vollständig verflüchtigt und die folgende Zusammensetzung hat:

Ammoniumoxyd	29,76
Kalkerde	6,02
Magnesia	Spur
Wasser	11,00
Kohlensäure	51,53
Phosphorsäure	0,60
Harnsaure Alkalien	1,09
Schwefelsäure und Chlor	Spuren
	100,00.

In den unteren Schichten, wo sich vor Allem die Erd- und Alkalisalze ansammeln, finden sich Concretionen, welche häufig sehr reich an schwefelsaurem Kali sind. So fand Kraut die Zusammensetzung einer solchen Knolle wie folgt:

Schwefelsaures Kali	45,64
Schwefelsaures Natron	13,22
Schwefelsaures Ammoniak	10,23
Oxalsaures Ammoniak	9,14
Basisches Ammoniumphosphat	12,09
Halbsaures Ammoniumphosphat	4,78
Organisches	0,94
Unlösliches	1,90
Wasser	2,06
	100,00

Dann werden Concretionen im Guano gefunden, welche aus Kochsalz bestehen, auch solche, die phosphorsaures Ammoniak sind u. s. w.

Der Guano zeichnet sich durch einen eigenthümlichen, im feuchten Zustande noch mehr hervortretenden Geruch aus, welcher weniger vom Ammoniak, wie vielfach angenommen, als von gewissen Fettsäuren herrührt.

Der Guano besteht aus Harnsäure, Oxalsäure (Kleesäure), Fettsäuren, Harz, sowie anderen stickstoffhaltigen (Guanin) und schwefelhaltigen organischen Substanzen, ferner Phosphorsäure, gebunden an alkalische Erden (Kalkerde und Magnesia) und an Alkalien (Ammoniak, Kali), dann aus schwefelsauren und salzsauren Alkalien, etwas Kieselsäure und Sand.

Die folgende ausführliche Analyse von Karmrodt mag ein Bild von der Zusammensetzung des wasserfreien Guano von den Chinchas-Inseln geben.

1. In Wasser leicht lösliche Bestandtheile:

Harnsaures Ammoniak	12,74
Kleesaures "	13,60

Stickstoff- und schwefelhaltige organ. Substanz	3,61
Phosphorsaure Ammoniak-Bittererde (?) . .	4,00
Phosphorsaures Ammoniak	0,90
Schwefelsaures "	1,82
Chlorammonium.	1,55
Schwefelsaures Kali	3,30
Chlornatrium	2,44
	43,96.

2. In Wasser schwer löslich, löslich in Salzsäure, Alkohol und Aether:

Harnsäure	21,14
Harz	1,11
Fettsäure	1,60
Stickstoff- und schwefelhaltige organ. Substanz	2,29
Phosphorsaurer Kalk	18,22
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,04
Kieselerde	0,64
	46,04.

Boussingault giebt ferner an, daß im Guano auch geringe Mengen Salpetersäure enthalten sind, und zwar fand er an Salpeter:

in einem braun gefärbten 0,11 %
und " " weiß " 0,275 %

Der Gehalt des Guano an Harnsäure und Oxalsäure ist ein schwankender: je mehr Harnsäure in einem Guano, um so weniger Oxalsäure und umgekehrt, was sich leicht dadurch erklärt, daß diese ein Zersetzungs-Product jener ist.

Der Peruguano enthält somit die größte Menge des Stickstoffs in Form von Harnsäure und Ammoniak, dann geringere Mengen in Form anderer organischer Verbindungen und Salpetersäure.

Die Analyse von Karmrodt führt das Ammoniak nur als harnsaures, kleesaures, phosphorsaures, schwefelsaures und salzsaures an, Verbindungen des Ammoniaks, welche bei gewöhnlicher Temperatur nicht flüchtig sind, oder aus denen sich wenigstens nur äußerst geringe Mengen Ammoniak verflüchtigen können. In der Regel enthält der Peruguano aber noch ein bei der gewöhnlichen Temperatur flüchtiges Ammoniaksalz, nämlich kohlensaures oder genauer 1½fach kohlensaures.

Völcker fand in 3 Proben:

1,13, 1,31 und 1,32 % Ammoniak, das in der obengenannten Verbindung im Guano enthalten war.

Die Menge dieses Ammoniaks steigt bei (durch Seewasser ꝛc.) beschädigtem Guano.

In solchem fand Völcker:

1,891; 1,820; 2,748.

Solcher beschädigter Guano ist der Zersetzung viel schneller unterworfen, als trockener, weil eben der diesem fehlende Factor der Zersetzung, das Wasser, bei ihm in größerer Menge vorhanden ist. Aus diesem Grunde finden wir in demselben auch stets geringere Menge Harnsäure und größere Menge Oxalsäure, als im guten Guano und in Folge dessen und der daraus folgenden größeren Menge von kohlensaurem Ammoniak, überhaupt einen niedrigeren Stickstoffgehalt, als bei diesem.

Der Peruguano hinterläßt beim Verbrennen an der Luft eine rein weiße Asche, welche bei dem Chinchas-Guano ca. ein Drittel des Gewichtes desselben ausmachte. Die jetzt in den Handel kommenden gemahlenen Guano enthalten mehr Asche und zwar mit den in denselben vorkommenden Steinchen 50 bis 58%. Ist die Asche des Guano gefärbt, oder beträgt sie mehr als vorher angegeben, so ist daher Verfälschung anzunehmen.*)

Die auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Analysen mögen den Chinchas-Guano in seiner besten Zeit bis zum Jahre 1865 charakterisiren. (Tab. p. 359.)

Zur Charakteristik der Beschaffenheit des Peruguano in den Jahren 1867—1881 mögen die Mittelzahlen der Analyse dienen, welche in diesem Zeitraume im Pommritzer Laboratorium ausgeführt und auf der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Die bisherigen Analysen geben uns, was die Angaben bis gegen 1870 anbetrifft, ein Bild von der etwas schwankenden Zusammensetzung des Chinchas-Guano, dann die bis 1881 nur ein solches von der jährlichen Beschaffenheit des unter dem Namen Peruguano verkauften Guano. Da es aber jedenfalls manchem Leser erwünscht ist, auch die Zusammensetzung des Guano der einzelnen Fundörter zu kennen, so führe ich noch die folgenden Analysen auf.

Zunächst zur Charakterisirung der nach dem Chinchas-Guano eingeführten 2 Guano, dem Guañape- und Balestas-Guano die Mittelzahlen aus mehreren Untersuchungen des Pommritzer Laboratoriums, welche speciell durchgeführt sind. Der Vergleichung halber stelle ich diese Zahlen mit denen des Chinchas-Guano zusammen.

	Chinchas-	Guanape-	Balestas-Guano.
Wasser	14,81%	21,68%	22,96%
Organische Substanz und Ammoniaksalze	52,38 „	36,34 „	41,96 „
Eisenoxyd	0.30 „	0,45 „	0,21 „
Kalkerde	10,99 „	11,32 „	10,53 „
Magnesia	1,19 „	0,80 „	1,01 „
Kali	2,28 „	3,68 „	2,81 „
Natron	1,35 „	2,78 „	2,86 „

*) 1869 sollte in die sächsische Oberlausitz ein Peruguano importirt werden, welcher 60,3% Asche, wovon 36,4% Sand waren und der in Folge dessen nur 6,5% Stickstoff und 7,3% Phosphorsäure hatte; die Asche sehr roth gefärbt; der Guano war im hohen Grade mit einer ihm in der Farbe ähnlichen Erde verfälscht.

Analysen von Peruguano.

Jahr des Imports, resp. der Analyse	Wasser	Organische Substanz im Ganzen	darin Harnsäure	darin Oxalsäure	darin Ammoniak	Stickstoff in Summa	Phosphorsäure an alkal. Erden gebunden, resp. Gesammt-Phosphorsäure.	Kalkerde	Magnesia	Phosphorsäure, an Alkalien gebunden	Schwefelsäure	Chlor	Kali	Natron	Eisenoxyd	Kieselsäure	Sand	Zahl d. Analysen	Namen der Analytiker
1847—49	18,09	52,61	—	—	—	14,34	14,62	11,46	0,69	?	4,00	1,27	3,38	2,41	0,22	1,54		32 resp. 7[1])	Way.
1858	15,82	52,82	—	—	—	14,29	19,52			3,12	7,56				—	1,46		50	Nesbit.
1859 (?)	17,13	—	10,29	?	14,08	16,34	11,02	5,11[2])	3,69[2])	3,80	0,62	1,04	1,94	0,50	0,18	1,45		1	Karmrodt.
1860	17,01	50,22	—	—	—	13,62	10,61	9,86	1,68	2,16	0,32	1,09	2,82	2,50	Spur	0,05	2,24	2	E. Heiden.
1859	13,55	52,65	—	—	—	14,80	13,70	12,10	0,80	—	0,70	—	0,60	0,40	—	1,20		3	Mayer und Zöllner.
1861	11,80	—	16,73	4,66	13,09	13,36	12,63	10,53	1,60	—	4,83	1,60	2,66	0,98	1,10	0,13	2,50	1	Schneider.
1864	16,71	52,21	—	—	6,35	15,29	21,93			1,93	7,78				—	1,38		3	Völcker.
1865	12,54	53,76	—	—	—	13,09	13,30	19,68							—	1,71		2	Hellriegel.
Mittel:	14,81	52,38				31,49	13,52[3])	10,99	1,19	2,75	2,09	1,25	2,28	1,35	0,30	0,09	1,67	94 resp. 12[1])	
											7,43								

[1]) Die Zahl 32, resp. 94 bezieht sich auf das Wasser, die Gesammtmenge der organischen Substanz, den Stickstoff, die Phosphorsäure und den Sand; die Zahl 7, resp. 12 auf die anderen Stoffe.

[2]) Bei den Mittelzahlen nicht benützt.

[3]) Durchschnittliche Gesammtmenge der Phosphorsäure.

Gesammtphosphorsäure	13,52%	13,39%	13,14%
Lösliche Phosphorsäure	2,75 „	4,86 „	3,26 „
Schwefelsäure	2,09 „	3,12 „	0,77 „
Chlor	1,25 „	1,33 „	2,08 „
Kieselsäure und Sand	1,76 „	6,30 „	1,67 „
Gesammtstickstoff	14,39 „	9,30 „	12,19 „
Stickstoff in Form von kohlensaur. Ammoniak	1,25 „	0,89 „	1,32 „
Stickstoff in Form nicht flüchtiger Ammoniaksalze	? „	5,39 „	4,12 „

Ferner verdanke ich der Freundlichkeit der Herren Ohlendorff u. Co. Mittelzahlen von je 25 Analysen der wichtigsten nach dem Balestas importirten Guano. Die folgenden Analysen lernen diese in ihrer Zusammensetzung kennen.

	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Sand.	Wasser.
Guañape-Guano	11,00	12,25	1,92	25,88.
Balestas-Guano	12,50	12,23	3,24	14,87.
Macabi-Guano	11,05	11,95	1,72	30,33.
Guano von Pabellon de Pica . .	6,92	14,18	6,61	18,20.
Guano von Pabellon de Pica Huanillos	6,60	13,30	3,88	14,12.
Guano von Pabellon de Pica Punta de Lobos.	5,70	15,10	8,14	14,12.
Guana von Independencia-Bay .	7,05	11,85	16,10	12,00.
Lobos-Guano	3,60	16,70	13,99	19,60.

Nach den allerneuesten Nachrichten sind die Guano des Importes von Mitte 1882 salpetersäurehaltig.

§ 201.

γ. Stärke der Guanolager.

Eine Frage von hoher Bedeutung und großem Interesse ist die über die Stärke der Guanolager. Daher sind von verschiedenen Seiten Untersuchungen über diesen Punkt angestellt und Angaben darüber gemacht, welche aber sehr verschieden ausgefallen sind.

Die Lager auf den Chinchas-Inseln enthielten:

nach José Villa	46,632,280 Tons
„ Rivero (1844)	18,250,000 „
„ dem franz. Ingenieur Taraquet (1854	7,000,000 „
„ Admiral Meresby (1855)	8,600,000 „
„ den Untersuchungen, welche die peruanische Regierung 1853 vornehmen ließ	12,376,100 „

Da die peruanische Regierung bei dieser Frage sehr betheiligt ist, indem für sie aus dem Verkauf des Guano eine bedeutende Einnahme erwächst, so hätte man annehmen können, daß die von ihr gewählte Commission die genauesten Untersuchungen angestellt hat.

Nach dieser Commission war der Guano auf den 3 Chinchas-Inseln im Jahre 1853, wie folgt, vertheilt:

auf der nördlichen	4,189,477 Tons
„ „ mittleren	2,505,948 „
„ „ südlichen	5,680,675 „
	12,376,100.

	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1878	1879	1880	1881
Wasser	64,35	16,10	10,56	17,59	20,10	20,90	19,71	9,76	15,74	13,17	12,10	14,92
Organische Substanz . . .		47,22	50,01	45,44	37,68	40,45	34,96	50,23	30,28	29,64	30,09	31,00
Asche	33,40	33,17	31,45	31,50	31,69	33,00	37,56	36,32	42,31	42,67	44,59	41,95
Sand und Steinchen . . .	2,25	3,51	7,98	5,47	10,53	5,65	7,77	3,69	11,67	14,52	13,22	12,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Phosphorsäure	13,24	14,33	13,01	12,58	12,13	13,37	15,30	12,59	14,04	13,91	14,45	14,63
Stickstoff	13,16	11,98	13,66	12,37	10,04	10,72	9,16	9,83	7,10	6,95	7,07	6,93

Der Export bis zum Jahre, wo die südliche Insel noch unberührt sein sollte, betrug

1854	396,341	Register=Tons
1855	405,752	"
1856	214,183	"
1854	490,654	"
1858	266,709	"
1859	147,709	"
1860	348,544	"
	2,269,892	
gleich	2,837,365	Gewichts=Tons.

1860 würden nach diesen Angaben somit noch 9,538,733 Gewichts=Tonnen vorhanden gewesen sein. In den 7 Jahren von 1853—1860 war der Verbrauch durchschnittlich 405,338 Tons gewesen. Berechnet man unter Zugrundelegung dieser Zahlen die Dauer des Vorrathes des Guano auf den Chinchas-Inseln, so würde dieser Guano hiernach noch ca. bis 1883 gereicht haben. Der Verbrauch ist nun allerdings ein größerer geworden, weshalb schon die obige Rechnung kein richtiges Resultat ergeben konnte.

Henneberg giebt z. B. an, daß die Guanoeinfuhr allein in Hamburg incl. des phosphatischen Guano

in den Jahren	1851—55	durchschnittlich	199,820	Ctr. per Jahr,
" " "	1856—60	"	487,315	" " "
" " "	1861—65	"	991,007	" " "
" " "	1866—70	"	882,754	" " "
	1871		2,736,525	"
und	1872		3,138,438	"

betrug.

Nach einer anderen Angabe wurden in den Jahren von 1841—1857 aus Peru 1,664,662, von der Westküste Afrika's 305,807, aus Süd=Afrika 76,042, aus Chili 106,602, aus Patagonien 78,485, aus Bolivia 24,667 und aus anderen Ländern 122,383 Tons ausgeführt.

Deutschland ist nun aber, wie aus einer Mittheilung von Toribio Sanz, Inspector-Fiscal für Europa, hervorgeht, nicht der größte Consument des Peruguano. Hiernach nämlich sind im Jahre 1870 eingeführt in

England	3,731,000	Ctr.
Frankreich	2,074,000	"
Deutschland . . .	1,732,000	"
Belgien	1,571.000	"
Spanien	683,000	"
Mauritius	396,000	"
Italien	133,000	"
Holland	128,000	"
in Summa	10,448,000	Ctr.

Da aber bereits 1870 die Chinchas-Inseln erschöpft waren, so können die obigen Angaben der Commission der peruanischen Regierung doch nicht ganz richtig gewesen sein. Die Schätzung der Lager ist aber auch, wie aus allen darüber vorliegenden Berichten hervorgeht, eine sehr schwere, was durch die Beschaffenheit der Lagerstätten des Guano bedingt ist. Der Guano lagert weder auf den Inseln, noch den Küsten auf ebenen, sondern auf theilweise höchst coupirtem Terrain. Wenn hiernach die Angaben durch die gewissenhaftesten Ingenieure nur als annähernd hingestellt werden können, so finden wir anderseits doch Urtheile über die Stärke der Guanolager, welche man fast als absichtliche Täuschung des landwirthschaftlichen Publicums hinstellen möchte.

1865 lasen wir z. B. in einer Mittheilung der Ostseezeitung aus London, daß nach einer neueren Untersuchung der Vorrath an Guano auf den peruanischen Guano-Inseln 7 Mill. Tons betragen, wonach er noch 14 Jahre ausreichen würde. Dagegen berichtet Wallave Fyfe im Jahre 1866, daß von den 3 Chinchas-Inseln 2 noch ganz unberührt seien, und daß auf denselben der Guano stellenweise mehr als 100′ mächtig, und ferner, daß auch auf der dritten noch viel Guano befindlich sei. Fyfe schätzt 1866 den Guanovorrath auf den Chinchas-Inseln noch auf 40 Mill. Tons. Daß diese Angaben grundfalsch waren, wissen wir heute auf's bestimmteste. Fyfe führt dann ferner noch an, daß auf den Lobos-Inseln der Guano in einer Mächtigkeit von 10—40′ lagere, daß noch mehr südlich gelegene Inseln, nahe bei Lamar oder Cobiju mächtige Vorräthe hätten. Dann sei noch Guano bester Qualität auf den Inseln der Macabi-Gruppe, nahe Malabergo und auf der Guañape-Insel, gegenüber der Spitze von St. Helena.

Man schätze die hier vorhandenen Mengen:

bei den Lobos-Inseln	auf 3	Mill. Tons	I. Qualität
	und auf 1	„ „	II. „
bei den Macabi-Inseln	„ 1,5	„ „	I. „
und auf Guanape	„ 2,5	„ „	I. „

Nach diesen Angaben von Fyfe würde der Guanovorrath noch auf eine lange Reihe von Jahren ausreichen.

Diesen Angaben gegenüber berichtet am 15. März 1869 der Arzt Watson an die Times, daß auf den Chinchas-Inseln nur noch wenige Schiffsladungen Guano vorhanden seien und außerdem nirgends an jener Küste ein Guanolager von gleicher Qualität, wie auf den Chinchas-Inseln und daß nur noch eine kleine Quantität von guter Beschaffenheit zu finden sei. Die Entgegnung des peruanischen Regierungsbevollmächtigten in der Times vom 16. Juni 1869 erwähnt die Chinchas-Inseln gar nicht, giebt damit also deren Erschöpfung zu und spricht nur von den anderen Lagern, deren Werth per Ton in dieser Entgegnung selbst auf die Hälfte des Chinchas-Guano angegeben wird. Diese letzteren Nachrichten waren für die Landwirthschaft sehr wenig erfreulich.

Fast noch mehr aber, als die europäische Landwirthschaft, war die peruanische Regierung bei der Frage über den Guano-Vorrath betheiligt, da die Staatsausgaben zum größten Theile aus den Einnahmen vom Verkauf des Guano bestritten wurden. Die peruanische Regierung ließ daher unermüdlich nach Guanolagern suchen. Die Folge hiervon war die Entdeckung neuer sehr mächtiger Lager im Süden von Iquique auf dem Festland von Peru, wovon nach Deutschland die ersten Nachrichten 1874 gelangt sein werden. Die peruanische Regierung setzte nun zur speciellen Erforschung der Mächtigkeit dieser Lager und Feststellung der Beschaffenheit des Guano eine Commission unter dem Namen: „Ingenieur-Central-Comité“ ein. Das Central-Comité sendete einen technischen Inspector mit dem nöthigen Hilfspersonale nach jenen Gebietstheilen, der eine vorläufige Messung und Abschätzung der neuen Lager vornehmen sollte. Gleichzeitig wurde von der englischen Regierung eine technische Commission zu demselben Zwecke entsandt, die ihre Arbeiten mit der peruanischen gemeinsam ausführte. Nachdem die gewonnenen sehr günstigen Resultate bekannt geworden, beauftragte das Central-Comité den Ingenieur Henry Thierry als Chef einer zweiten Commission mit der genauesten topographischen, sowie der Tiefen-Aufnahme der neuen Lager und veranlaßte Hindle, Chefingenieur des Departements Tarapacà, persönlich die Arbeiten von Thierry zu controlliren. Die chemische Untersuchung der gewonnenen Proben wurde Raymondi übertragen. Das Resultat dieser Untersuchungen wurde in Berichten an das Ingenieur-Central-Comité von H. Thierry und von José Hindle niedergelegt, welchen das Folgende entnommen ist.

Im Berichte von Thierry wird zunächst auf die großen Schwierigkeiten aufmerksam gemacht, welche die Art der Lagerung des Guano für eine sichere Messung ꝛc. verursacht, so daß der Berichterstatter selbst ausspricht, daß die von ihm gemachten Angaben nur mehr oder weniger als annähernd richtig hinzustellen seien.

Thierry giebt nun den Guanovorrath in jenen Gegenden wie folgt an:

Chipana, 70° 19′ östl. Länge, 21° 23′ südl. Br.	89,500 Cbm.
Huanillos, nördlich von Merajos	700,000 „
Punta de Lobos	1,601,000 „
Pabellon de Pica, 25° 80′ südliche Breite .	5,000,000 „
Chanavaya	1,500,000 „

Patacha	125,000 Cbm.
Patillos	15,000 „
in Summa	7,680,500 Cbm.

Bei der Schwere des Cubikmeters zu 20 Ctnr. betrug somit 1874 der Guanovorrath in den damals bekannten Lagern 150 Mill. Centner. Diese Angaben von Thierry wurden im Großen und Ganzen von Hindle bestätigt.

Was die Qualität des Guano anbetrifft, so spricht sich Raymondi in seinem Berichte sehr günstig über dieselbe aus. Er hebt vor Allem den hohen Gehalt an löslicher Phosphorsäure und an Ammoniak mancher dieser Lager hervor, so z. B. bei dem Guano von Pabellon de Pica, Punta de Lobos, Huanillos und Chipana. Der Gesammtstickstoff und die Gesammtphosphorsäure sind merkwürdiger Weise nicht bestimmt worden; ich glaube deshalb die analytischen Angaben von Raymondi hier anzuführen unterlassen zu dürfen und zwar um so mehr, da die bereits angeführten Analysen uns ein Bild über die Beschaffenheit der Guano dieser Lagerstätten verschaffen.

§. 202.

δ. Die Wirkung des Guano.

1. Der Peruguano ist nur ein Hülfsdünger.

Die Betrachtung der Zusammensetzung des Guano hat uns gezeigt, daß derselbe aus Stickstoff in Form eines Ammoniaksalzes oder in der Form solcher organischen Verbindungen besteht, welche sich bald zersetzen und dann Ammoniak, resp. Salpetersäure bilden, ferner aus Phosphorsäure in schwerlöslicher Verbindung (an Kalkerde und Magnesia), oder in leicht löslicher Verbindung (an Ammoniak und Kali) und schließlich aus Kali. Wir haben somit in dem Guano die drei wichtigsten Pflanzennährstoffe. Da außerdem im Guano noch bedeutende Mengen Kalkerde, dann geringere Mengen von Magnesia, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure und Eisenoxyd vorkommen, so enthält derselbe alle die Nährstoffe, welche die Pflanzen zu ihrem Gedeihen bedürfen.

Wenn der Guano aber auch alle Pflanzennährstoffe enthält, so finden wir diese in ihm doch nicht in den Mengen, wie die einzelnen von den Pflanzen gebraucht werden; dies gilt bereits von den 3 wichtigsten, dem Stickstoff, der Phosphorsäure und dem Kali, indem letzteres den andern beiden gegenüber in viel zu geringen Mengen vorkommt; die folgende Rechnung thut dies auf schlagende Weise dar.

Bei der auf p. 171 angenommenen Ernte pro 1/4 Hectar, entziehen wir demselben durch:

	Weizen	Roggen	Hafer	Kartoffel	Runkeln	Kleeheu
An Phosphorsäure . . .	10,67	12,15	4,59	18,33	25,62	11,32
„ Kali	16,91	20,03	10,97	66,41	148,54	39,54
„ Kalkerde	6,65	9,64	3,93	20,60	24,10	39,32
„ Magnesia	4,73	4,46	2,58	11,60	22,24	11,60
„ Schwefelsäure . . .	1,82	1,12	1,74	8,59	12,60	3,92
„ Natron	2,33	2,57	2,43	2,38	47,20	2,32
„ Chlor	2,48	0,79	1,67	7,30	26,88	3,24
„ Eisenoxyd	1,00	0,99	0,85	2,70	3,64	2,92
„ Kieselsäure	66,67	58,66	19,72	4,51	12,64	6,20
„ Stickstoff	27,40	22,00	12,64	53,50	53,52	46,20

Der Chinchas-Guano enthielt in

	1 Ctr.	2 Ctr.	3 Ctr.
Phosphorsäure	13,52	27,04	40,56
Kali	2,28	4,56	6,84
Kalkerde . .	10,99	21,98	32,97
Magnesia . .	1,19	2,38	3,57
Schwefelsäure	2,09	4,18	6,27
Natron . . .	1,35	2,70	4,05
Chlor . . .	1,25	2,50	3,75
Eisenoxyd . .	0,30	0,60	0,90
Kieselsäure .	0,09	0,18	0,27
Stickstoff . .	14,39	28,78	43,17

Vergleichen wir das durch die Ernte dem Morgen an Samen, resp. Knollen und Wurzeln und an Stroh, resp. Blättern Entzogene mit dem, was wir demselben durch die Düngung mit 1, 2 oder 3 Centner Guano geben, so sehen wir, daß vor Allem das Kali in bedeutend geringeren Mengen im Guano als in der Erde enthalten ist, dann folgt die Kieselsäure, die Magnesia u. s. w.: aber auch Phosphorsäure und Stickstoff sind im Guano nicht in dem Verhältnisse vorhanden, in welchem beide von den meisten Kulturpflanzen gebraucht werden: wir geben entweder zu viel Phosphorsäure oder zu wenig Stickstoff.

Ein gleiches gilt von dem jetzt im Handel befindlichen Guano, wenn bei diesem auch das Verhältniß zwischen Stickstoff und Phosphorsäure ein anderes geworden ist.

Hieraus folgt, daß der Guano nie Hauptdünger, sondern stets nur Hülfsdünger sein kann. Diese Thatsache wird ferner noch mehr dadurch bestätigt, daß der Guano direct auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens so gut wie gar nicht verbessernd einwirkt.

Der Guano ist somit ein Hülfsdünger für Stickstoff und Phosphorsäure, wir werden ihn daher in den Fällen anwenden, wo wir dem Boden diese beiden Stoffe zuführen wollen, meistens geben wir demselben zwar durch den Guano auch noch die erforderliche Kalkmenge 2c., jedoch werden wir nie Guano anwenden, um den Boden mit Kalk zu versehen, da wir für den viel billigere Stoffe haben.

Die so vielfach erprobte günstige Wirkung des Guano besteht somit vor Allem in seinem Gehalt an leicht assimilirbaren Stickstoff- und Phosphorsäure-Verbindungen.

Die Anführung von Versuchen, welche die vorzügliche Wirkung des Peruguano darthun, glauben wir bei diesem so bekannten Dünger unterlassen zu sollen.

§. 203.

2. Bedeutung des oxalsauren und schwefelsauren Ammoniaks.

v. Liebig hat ferner noch einem anderen Bestandtheil des Guano, nämlich der Oxalsäure, dem einen Zersetzungs-Producte der Harnsäure, eine wichtige Rolle bei der Wirkung desselben zugeschrieben. Nach v. Liebig bewirkt die Oxalsäure, welche an Ammoniak und Kalkerde gebunden im Guano enthalten ist, in ersterer Verbindung eine allmähliche Lösung der in Verbindung mit Kalkerde vorhandenen Phosphorsäure und zwar in der Art, daß durch Umsetzung beider nach und nach phosphorsaures Ammoniak und oxalsaure Kalkerde entsteht; hierbei übernimmt das im Guano nie fehlende schwefelsaure Ammoniak die Vermittlerrolle; dieses löst phosphorsauren Kalk, von dem die Basis dann von der Oxalsäure gefällt wird. Dieser Ansicht v. Liebig's kann ich nicht beistimmen. Oxalsaures Ammoniak, phosphorsaure Kalkerde und etwas schwefelsaures Ammoniak für sich zusammengebracht, wirken allerdings in der oben gedachten Weise; anders ist aber die Sache, sobald noch Erde hinzutritt. Nach den Absorptions-Gesetzen des Bodens für Phosphorsäure (Bd. I. 251 u. f., p. 323 u. 371) wissen wir, daß in löslicher Form zum Boden gebrachte Phosphorsäure in sehr kurzer Zeit zum größern Theile in schwer lösliche Verbindungen übergeführt

wird und zwar vorherrschend in phosphorsaures Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde; ja auch in Form von phosphorsaurem Kalke dem Boden einverleibte Phosphorsäure wird in demselben nach einiger Zeit an Eisenoxyd und Thonerde gebunden gefunden*). Die Oxalsäure hat somit im Boden nicht Phosphorsäure, welche an Kalkerde, sondern vor allem solche, welche an Eisenoxyd und Thonerde gebunden ist, zu lösen. Bliebe nun die Oxalsäure im Boden an Ammoniak gebunden, so würden wir zu untersuchen haben, ob dieses Salz sich mit dem phosphorsauren Eisenoxyd und der phosphorsauren Thonerde in der Art umsetzen kann, daß lösliche Phosphorsäure entsteht. Das oxalsaure Ammoniak wird aber als solches im Boden nicht lange vorhanden sein, sondern sich ebenfalls sehr bald mit dem keinem Boden in der hierzu erforderlichen Menge fehlenden kohlensauren, resp. schwefelsauren Kalk zu oxalsaurem Kalke und kohlensaurem, resp. schwefelsaurem Ammoniak umsetzen. Aus diesen Gründen kann die Wirkung der Oxalsäure als Lösungsmittel für die Phosphorsäure des Bodens von keiner, wenigstens von keiner erheblichen Bedeutung sein.

3. Die mechanische Beschaffenheit des Guano.

Schließlich ist als für die günstige Wirkung des Guano sprechend, die physikalische Beschaffenheit desselben zu nennen. Der jetzt im Handel vorhandene Rohguano, sowie der aufgeschlossene Guano von je her stellen ein feines Pulver dar, aus welchem Grunde sich der Guano in beiden Formen gut auf dem Acker vertheilen und gleichmäßig mit demselben mischen läßt.

§. 204.

ε. Anwendung des Guano.

Bei der Besprechung der Anwendung des Guano haben wir heute nur noch zu besprechen, wie er anzuwenden ist.

1. Wie ist der Guano anzuwenden?

a. Als recht feines Pulver.

Bei jedem Streudünger ist die erste Bedingung, daß derselbe auch so fein vertheilt wie möglich sei; dies gilt selbstverständlich auch von Guano; derselbe hat ja, wie bereits mehrfach

*) Siehe Band I., pag. 396.

hervorgehoben, jetzt eine gut streubare Form, so daß eine weitere Vorbereitung desselben zur Düngung nicht erforderlich ist.

§. 205.

b. Vermischung des Guano mit Sand oder Erde.

Um die geringe Verflüchtigung von Ammoniak zu verhüten, vor Allem aber, um das Ausstreuen des Guano in Betreff der gleichmäßigen Vertheilung auf dem Felde u. s. w. zu befördern, ist die Vermischung des Guano vor dem Ausstreuen mit trockener Erde sehr zu empfehlen. Der Ammoniak-Verlust, der ja überhaupt nur unbedeutend ist, wird zwar durch die Mischung mit Erde nicht aufgehoben, aber dadurch doch verringert; den Hauptvortheil gewährt die Mischung für das gleichmäßige Ausstreuen des Guano, und aus diesem Grunde ist solche Vermischung stets nothwendig. Als anzuwendende Erdmenge empfiehlt sich die 1—2fache. Da der Hauptzweck der Mischung das bequemere und sichere Ausstreuen ist, so kann auch Sand verwendet werden.

Eine Verflüchtigung von Ammoniak nach der Mischung mit der 5, 10, ja 20 und 50fachen Menge Erde ist sehr leicht nachweisbar. Nesbit hat sogar bei der Anwendung der 1000fachen Menge von Erde dieselbe beobachtet.

§. 206.

c. Vermischung mit Kochsalz.

Ferner ist, um die Wirkung des Guano zu erhöhen, die Vermischung desselben mit Kochsalz vorgeschlagen worden. Das Kochsalz soll unter Anderem nach Barral die Bindung des flüchtigen Ammoniaks bewerkstelligen, was dagegen von Völcker mit Recht verneint wird.

Barral nahm 2 Proben, von denen die eine unvermischt blieb, während die andere mit ihrem gleichen Gewichte Kochsalz gemischt wurde; beide Proben wurden dann 3 Stunden lang einem warmen Luftstrom von 100° C. ausgesetzt; die unvermischte Probe enthielt vor dem Versuche 12,56 % Stickstoff und hatte in den 3 Stunden 5,1 % verloren, während die andere vor dem Versuche 6,28 % enthielt und sich nur 1,9 % verflüchtigt hatte.

Die günstige Wirkung, welche das Kochsalz hier ausgeübt hatte, erklärt sich aber nicht dadurch, daß es Ammoniak gebunden und so dessen Verflüchtigung verhütet hat, sondern durch seine antiseptische Wirkung; diese hat die weitere Zersetzung des Guano verhindert; eine solche tritt bei einem Guano, welcher, wie der zum

Versuche benutzte, schon einer größern Zersetzung unterworfen war (er enthielt ja nur 12,56% Stickstoff, während guter Peruguano damals stets wenigstens 14% hatte), leicht ein.

Völcker wiederholte den Versuch Barral's, kam aber zum entgegengesetzten Resultate.

Peruguano mit 17,29 % Stickstoff und 12,82 % Feuchtigkeit verlor während 3 St. bei 100° C. 0,75 % Stickstoff; eine andere Probe desselben Guano mit der gleichen Menge Kochsalz gemischt, wobei die Mischung 11,20 % Wasser enthielt, verlor bei derselben Operation 0,40 % Stickstoff. Es hat hier somit der reine Guano nicht mehr Stickstoff verloren, als der mit Kochsalz gemischte; der reine Guano enthielt bei 100° C. getrocknet noch 19,77 %, und der mit der gleichen Menge Kochsalz gemischte 9,83 % Stickstoff.

Bei Wiederholung des Versuchs in der Art, daß beide Proben auf Platten einen Monat lang der Luft ausgesetzt wurden, ergaben sich dieselben Resultate; der reine Guano enthielt getrocknet noch 19,73 und der gemischte 9,88 % Stickstoff.

Interessant bei dem letzten Versuche ist, daß der reine Guano 5%, dagegen der mit Kochsalz gemischte 7% Wasser aufgenommen hatte. Diese Thatsache ist einer der Factoren, welche die günstige Wirkung der Anwendung von Guano im Verein mit Kochsalz erklären. Die ferneren Gründe, welche die durch Kochsalz erhöhte Wirkung des Guano darthun, werden beim Kochsalz dargelegt werden; hier sei die Thatsache als solche hingestellt.

Als Beweis für dieselbe mag der folgende Versuch des Verfassers mit Gerste dienen.

Zu dem Versuche diente ein lehmiger Sandboden, der seit 6 Jahren nicht gedüngt worden; das Andere enthält die Tabelle.

	Ertrag pro Morgen.		Plus über ungedüngt.	
	Körner. ℔	Stroh und Kaff. ℔	Körner.	Stroh und Kaff.
Ungedüngt	500	846⅔	—	—
1 Ctr. Peruguano, gleich untergebracht	668⅔	980	168⅔	133⅓
1 Ctr. Peruguano und 1 Ctr. Kochsalz; gleich untergebracht	752	1280⅔	252	434

Der Guano war guter Peruguano mit 14 % Stickstoff und 12,77 % Phosphorsäure.

§. 207.

d. Behandlung mit schwefelsaurer Magnesia.

Zur Bindung des als harnsaures, oxalsaures und salzsaures Salz vorkommenden Ammoniaks empfiehlt Hellriegel schwefelsaure Magnesia anzuwenden; diese Salze sind zwar bei der gewöhnlichen Temperatur nicht flüchtig, jedoch mit Ausnahme des Salmiaks leicht geneigt, Zersetzungen einzugehen, durch welche Verluste an Ammoniak entstehen können.

Neutrales phosphorsaures Ammoniak z. B. verwittert, wenn es als krystallinisches Salz an der Luft liegt, verliert Wasser und Ammoniak, und es bleibt saures Salz zurück; Harnsäure ist leicht zu Umsetzungen geneigt, durch welche kohlensaures Ammoniak entsteht.

Phosphorsaures Ammoniak und schwefelsaure Magnesia setzen sich in schwefelsaures Ammoniak und phosphorsaure Ammoniak-Magnesia um.

Der Zusatz von schwefelsaurer Magnesia wirkt ferner nach Hellriegel noch deshalb günstig, weil in der Magnesia ein für die Pflanzen wichtiger Nährstoff, welcher im Guano nur in sehr geringer Menge enthalten ist, dem Boden zugeführt wird. Nach meiner Ansicht beruht hierauf auch die Hauptwirkung, denn ein Verlust von Ammoniak ist, wenn der Guano sich erst in der Ackererde befindet, nach den Absorptions-Gesetzen nicht mehr zu befürchten.

Daß die Anwendung von Guano mit schwefelsaurer Magnesia günstig wirkt, zeigen die folgenden auf Veranlassung von Hellriegel angestellten Versuche.

Versuchspflanze: Winterroggen.

1. Versuch von Lieut. Becker auf Hohen-Ahlsdorf:

	Körner. ℔	Stroh. ℔	Kaff. ℔	Summa. ℔
Ungedüngt	448	1324½	3½	1776
1 Ctr. Peruguano	544	1682	6	2232
1 „ dito + 10 % schwefelsaure Magnesia . . .	572	1651	5	2232

2. Versuch zu Dahme:

	Körner. ℔	Stroh u. Kaff. ℔	Summa. ℔
1 Ctr. Peruguano	356	1294	1650
1 „ dito + 10 % schwefelsaure Magnesia . . .	447	1627	2074

§. 208.

e. Unterbringen des Guano.

In Bezug auf das Ausbreiten des Guano auf dem Felde ist zu untersuchen, ob derselbe oben auf liegen zu lassen, oder gleich

unterzubringen ist? Hier empfiehlt sich, wie dies bereits auch von Rimpau, Stöckhardt, Grouven, Hellriegel und Anderen ausgesprochen ist, das sofortige Unterbringen; die folgenden Versuche von Stöckhardt und dem Verfasser beweisen dies. Außer der innigen Vermischung, welche der Guano beim Unterbringen mit der Erde eingeht, und welche stets von guten Resultaten begleitet ist, spricht für das Vortheilhafte des Unterbringens ferner noch die volle Erhaltung des Ammoniaks; beim Obenaufliegen kann der Guano theils an bereits vorhandenem, flüchtigem, theils an durch Umsetzen mit dem Kalk des Bodens entstandenem, flüchtigem Ammoniak Verluste erleiden. Als besonders wichtig für die Nothwendigkeit des Unterbringens des Guano spricht aber einerseits der Umstand, daß die wichtigsten Nährstoffe des Guano im Boden nicht schnell von oben nach unten wandern und anderseits der, daß die feinen Wurzelspitzen nur die Nährstoffe aufnehmen und die Wurzeln nicht wenige, sondern viele Centimeter lang sind.

1. Versuch von Stöckhardt.

Düngung pro Morgen 1½ Ctr. Versuch 1857 und 1858. Die Zahlen geben das Garbengewicht von 1 Quadratruthe (sächs.).

1857.

	Winterweizen ℔	Winterroggen. ℔	Hafer ℔
Mit der Saat eingeeggt	7¼	6¼	21
2—4 Zoll untergebracht	7½	6¼	21
4—6 „ „	11¾	5¾	22¼
6—8 „ „	13¼	7¼	23

1858 (Nachwirkung im 2. Jahre).

	Hafer ℔	Winterroggen ℔	Wintergerste ℔
Mit der Saat eingeeggt	11¼	9½	3
2—4 Zoll untergebracht	10¼	10	4¾
4—6 „ „	13¼	11	6
6—8 „ „	14¼	12	8¼

2. Versuch des Verfassers.

Zu dem Versuche diente der bereits auf p. 370 bezeichnete Boden. Versuchspflanze Gerste; die übrigen Angaben enthält die Tabelle.

	Düngung pro Morgen	Ertrag pro Morgen an		Plus über ungedüngt an	
		Körnern ℔	Stroh und Kaff ℔	Körnern ℔	Stroh und Kaff ℔
Ungedüngt . . .	—	500	$846^2/_3$	—	—
Obenaufliegengelassen . . .	1 Ctr.	$544^2/_3$	$878^1/_3$	$44^2/_3$	$26^2/_3$
Untergebracht . .	1 Ctr.	$668^2/_3$	980	$168^2/_3$	$133^1/_3$
Obenaufliegengelassen . . .	$1^1/_2$ Ctr.	570	976	70	$129^1/_3$
Untergebracht . .	$1^1/_2$ Ctr.	$685^1/_3$	$1256^2/_3$	$185^1/_3$	410

Bei diesem Versuche gaben 1 Ctr. untergebracht einen größeren Ertrag, als $1^1/_2$ Ctr., welche obenauf liegen gelassen waren.

§. 209.

f. Wirkung des Guano bei Anwendung zu verschiedenen Zeiten.

Schließlich ist noch die Frage zu ventiliren, ob die für eine bestimmte Fläche anzuwendende Guanomenge mit einem Male angewendet werden soll, oder ob es besser ist, sie zu theilen und zu verschiedenen Zeiten auf das Feld zu bringen. Für die Beantwortung dieser Frage hat Stöckhardt Versuche mit Hafer angestellt, welche der Anwendung zu verschiedenen Zeiten entschieden das Wort reden.

Bei einer Düngung von $1^1/_2$ Ctr. Peruguano pro Morgen erhielt er

		1857:	1858:
1.	Bei Verwendung der ganzen Menge gleich zur Saat ein Garbengewicht von	100	100
2.	„ Verwendung der Hälfte zur Saat und der andern Hälfte vor dem Schossen ein Garbengewicht von	147	113
3.	„ Verwendung von $^1/_3$ zur Saat, $^1/_3$ vor dem Schossen und $^1/_3$ zur angehenden Blüthe ein Garbengewicht von	168	133

1861.

	Auf einem armen Sandboden	Auf einem kräftigen Thonboden
1. Mit der Saat auf einmal angewendet	100	100
2. Mit der Saat auf zweimal	131	134
3. Nach der Saat auf einmal	100	100
4. desgl. auf zweimal	115	112
5. desgl. auf dreimal	162	161

Hierbei die Erträge von 1 und 3 gleich 100 gesetzt.

Wenn auch die Resultate dieser Versuche der Anwendung des Guano zu verschiedenen Zeiten das Wort reden, so kann ich doch, allein auf diese Versuche hin gestützt, dem Landwirthe nicht rathen, in ähnlicher Weise bei der Düngung vorzugehen. Die Versuchs-Resultate geben uns nur das Gesammtgewicht, nicht aber die geerntete Körner- und Strohmenge an.

Wir erfahren somit nichts über die Ausbildung der Pflanzen, nichts über die Zeit der Reife &c. Als Thatsache wissen wir, daß eine Stickstoffgabe zu einer Zeit, wo die Pflanzen bereits in der Entwickelung vorgeschritten sind, das Wachsthum derselben von neuem anregt und daß hierdurch die normale Ausbildung der Pflanzen und so der Abschluß der Vegetation nicht unwesentlich verzögert wird. Da sich ferner die wiederholte Düngung in der Praxis vor Allem bei größeren Flächen schwer durchführen lassen wird, so werden die obigen Versuchs-Resultate an sich schon den Landwirth nicht leicht bestimmen, denselben Folge zu geben. Das vorher Gesagte spricht aber entschieden gegen eine Düngung zu verschiedenen Zeiten der Entwickelung der Pflanzen. Daher nochmals: Verwendung des Guano vor der Saat!

§. 210.

2. Die Früchte, zu denen der Guano anzuwenden ist.

Wie aus der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Guano hervorgeht, ist derselbe zu allen Früchten mit Vortheil anzuwenden, aber, wie bereits mehrfach erwähnt, stets nur als Hülfsdünger. Wie wir gesehen haben, führen wir dem Boden durch den Guano vor Allem leicht lösliche Stickstoffverbindungen und

Phosphorsäure zu; aus diesem Grunde wird derselbe auch überall da gute Dienste thun, wo es dem Boden an diesen beiden Stoffen fehlt, derselbe dagegen die anderen zur Ernährung der Pflanze nothwendigen Stoffe in der erforderlichen Menge enthält.

Ist ein Boden aber überhaupt arm an Pflanzennährstoffen, so erreichen wir durch Anwendung von Guano auf die Dauer nichts; wir können allerdings ein oder einige Jahre dadurch dem Boden noch größere Erträge abzwingen, da der Guano die Bodenkraft, um mich dieses Ausdrucks zu bedienen, kräftig anzuregen vermag; wir führen aber dadurch das traurige Resultat herbei, daß der Boden dann gründlich ausgebaut ist, und es jetzt sehr starker Mittel bedarf, um seine alte Ertragsfähigkeit nur einigermaßen wieder herzustellen.

Bedarf ein Boden dagegen nur der Phosphorsäure, so wird es rationeller sein, diese durch eins der im nächsten Kapitel zu besprechenden Dungstoffe zuzuführen.

Es ist überhaupt im Allgemeinen nicht zu entscheiden, welcher der verschiedenen Hülfsdünger in den einzelnen Fällen am vortheilhaftesten anzuwenden ist. Bestimmend hierfür ist die Frucht, der Boden, der Preis der Dungstoffe, sowie die Fruchtfolge und die ganze Art der Düngung. Durch den Hülfsdünger muß das Capital, welches durch ihn dem Boden anvertraut ist, nebst den Zinsen im ersten Jahre wieder erhalten werden. Der Landwirth hat daher stets zu bestimmen, welcher oder welche Stoffe seinem Acker fehlen und durch welche Hülfsdünger er diese am billigsten dem Boden zuführen kann.

Der Guano wird daher zu all den Früchten mit Vortheil anzuwenden sein, welche eine Zufuhr von leicht assimilirbarem Stickstoff und ebenso solcher Phosphorsäure nothwendig haben. Es sind diese die Halmfrüchte, der Raps oder Rübsen, die Kartoffel und die Rüben. In den meisten Fällen wird aber bei diesen Früchten nicht die alleinige Zuführung von Peruguano, mag es sich hierbei um gemahlenen oder aufgeschlossenen handeln, rathsam erscheinen, sondern mit demselben wird sehr oft noch die Verwendung von Superphosphat sehr wichtig sein, es gilt dies vor Allem in Betreff des aufgeschlossenen Peruguano, dessen Stickstoffmenge gegenüber seinem Gehalt an Phosphorsäure für die meisten Pflanzen zu groß ist.

Nähere Angaben über die Menge von Guano, welche zu den einzelnen Früchten zu verwenden ist, und die Art der Anwendung halte ich jetzt nicht mehr für erforderlich.

§. 211.

ζ. Prüfung des Peruguano auf seine Echtheit.

Die Bedeutung des Peruguano als Hülfsdünger für Stickstoff und Phosphorsäure hat die vorhergegangene Betrachtung darzuthun versucht, trotzdem sind die Erfahrungen der Landwirthe über seine Wirkung verschieden: der Eine ist mit demselben sehr zufrieden, während der Andere, wenn auch dies die geringere Anzahl ist, ihn als wirkungslos verwirft. Diese variirenden Resultate finden ihre Erklärung vielfach in dem betreffenden Boden und der unrichtigen Anwendung des Guano; zuweilen ist aber auch die Beschaffenheit des benützten Guano die Ursache seiner Wirkungslosigkeit. Trotz der außerordentlich großen Wachsamkeit und Strenge, welche, ich möchte sagen, vom ersten Tage der Einführung von Peruguano, beim Verkauf desselben auf Seiten der Importeure geherrscht hat, sind doch von Zwischenhändlern, vor Allem früher nicht allzu selten, Verfälschungen desselben vorgekommen.

Dank der Controle, welche seit Jahren von den chemischen Versuchsstationen und den Laboratorien der landwirthschaftlichen Akademien ausgeführt wird, kommen in neuerer Zeit derartige Verfälschungen weit weniger, als früher, vor; wenn auch Reuning behauptet hat, daß durch die Controle dem Betruge Thür und Thor geöffnet sei. Trotzdem können aber auch jetzt noch Täuschungen mannigfacher Art eintreten, weshalb es jedem Landwirthe dringend zu rathen ist, nur solchen Guano anzuwenden, welcher untersucht und als gut befunden ist.

Die Zahl der verschiedenen Guanosorten ist eine ziemlich bedeutende, ebenso groß ist aber auch die Verschiedenheit in der Zusammensetzung derselben. Der Peruguano wird vielfach kurzweg Guano genannt, wie wir dies ja sogar in der Beschreibung einer großen Anzahl von Düngungsversuchen lesen können. Geht der Landwirth nun zum Kaufmann und fordert Guano, ohne ihn specieller zu bezeichnen, so kann der Kaufmann ihm einen durchaus unverfälschten Guano verkaufen, und doch ist der Käufer, freilich zunächst durch seine Schuld, betrogen worden. Daher ist zunächst vor Allem nothwendig, den Guano, welchen man zu kaufen gewillt ist, was nebenbei bemerkt, auch beim Kaufe aller anderen künstlichen Düngemittel gilt, genau zu präcisiren.

Die Prüfung auf die Echtheit des Guano braucht der Landwirth, wenn er dazu auch befähigt ist, jetzt nicht mehr

selbst vorzunehmen, da ja sowohl der aufgeschlossene, sowie in neuester Zeit auch der rohe, gemahlene Guano der Controle einer Anzahl von Versuchsstationen unterstellt sind und diese Anstalten, da die Gebühren für die Untersuchungen von Seiten der Importeure bezahlt werden, verpflichtet sind, die Untersuchung von Peruguano unentgeltlich auszuführen.

Die Verfälschungen bestehen in einem Zusatze von

1. Wasser,
2. Sägespänen,
3. Reismehl,
4. kohlensaurem Kalke,
5. schwefelsaurem Kalk,
6. schwefelsaurer Magnesia,
7. Kochsalz,
8. Sand, Erde (vor Allem Lehm von gelber Farbe), Asche u. dergl.,
9. von geringeren Guanosorten.

1. Wasser. Ein Guano kann leicht mehr Wasser enthalten, als er gewöhnlich hat, ohne daß ein absichtlicher Zusatz desselben von Seite des Verkäufers vorliegt. Die Ursache des größeren Wassergehaltes kann nämlich eine Beschädigung desselben durch Fluß- oder Regenwasser während des Transportes sein. Von Seiten des Verkäufers liegt ein Betrug vor, sobald er solchen beschädigten Guano für guten verkauft. Der Landwirth wird durch den Kauf von solchem Guano zunächst dadurch benachtheiligt, daß er Wasser für Guano kauft, hat z. B. ein Guano 24% Wasser, so erhält der Käufer in 100 ℔ Guano cr. 10 ℔ mehr Wasser als er denkt, er kauft also in Wirklichkeit 90 statt 100 ℔ Guano. Dies ist aber nicht der einzige Nachtheil, welcher dem Käufer hierdurch zugefügt wird. In dem an Wasser reicheren Guano ist auch, sobald er mit diesem größeren Wassergehalte längere Zeit aufbewahrt wird, die Zersetzung in höherem Grade, als sonst, eingeleitet; die Folgen hiervon sind Verluste an Stickstoff.

Der Stickstoffgehalt eines solchen Guano ist also sowohl durch die geringere, wirkliche Guanomenge, welche er enthält, sowie durch den Verlust an kohlensaurem Ammoniak, den derselbe mehr als der trockene Guano erleidet, vermindert.

Für gewöhnliche Zwecke reicht für die Bestimmung des Wassers das einfache Trocknen von 1—2 Grm. bei 80° R., resp. 100° C. hin; ja es bedarf nicht einmal dieser Temperatur; eine gute, warme Ofenröhre genügt vollständig. Die Differenz zwischen dem ursprünglichen Gewichte und dem nach dem Trocknen zeigt den Wassergehalt an. Bei diesem Trocknen verliert der Guano zugleich noch etwas kohlensaures Ammoniak, und wie der Geruch beweist, auch andere flüchtige Stoffe, Fettsäuren; für die genaue Prüfung ist ein Auffangen des sich verflüchtigenden Ammoniaks durch Schwefelsäure (am besten titrirte) oder Salzsäure nothwendig.

2. Sägespäne, Reismehl u. dgl.; diese Verfälschungsmittel vermehren den Gehalt an verbrennlichen Stoffen und sind somit, wenn sie allein zugesetzt sein sollten, durch die bei der Verbrennung sich ergebende größere Menge von organischen Stoffen zu erkennen; die Verbrennung

geht hier auch viel langsamer, als bei reinem Guano vor sich: die Kohle ist viel schwerer zu entfernen.

Qualitativ ist der Zusatz der Sägespäne, des Reismehls u. dgl. am leichtesten durch das Mikroskop resp. Loupe zu erkennen; erstere sind auch durch Schwefelsäure, welche dieselbe schwarz färbt, während der reine Guano diese Farbe durch dieselbe nicht annimmt, zu ermitteln.

Ist aber mit den Sägespänen u. dgl. zugleich der Zusatz von Mineralstoffen erfolgt, so kann unter Umständen die einfache Bestimmung der organischen Stoffe nicht ausreichend sein.

3. Die Verfälschung durch Mineralstoffe ist zunächst durch die Menge der Asche, welche beim guten Peruguano jetzt 54—58% beträgt, festzustellen. Die Art der Verfälschung ergiebt sich dann aus der näheren Untersuchung der Asche. Den ersten Anhaltspunkt kann die Farbe der Asche gewähren; diese ist beim guten Guano weiß oder weißlich grau. Ist nun die Asche anders, vor Allem roth oder rothbraun gefärbt, so rührt diese Farbe von Eisenoxyd her und beweist eine Verfälschung, besonders mit Erde, Torf-, Braun- und Steinkohlen-Asche u. dgl. Ist dagegen die Asche von der gewöhnlichen Farbe, aber durch ihre größere Menge verdächtig, so kann ein Zusatz von kohlensaurem Kalke, Gyps, Bittersalz, Kochsalz u. dgl. erfolgt sein. Der kohlensaure Kalk giebt sich durch Behandlung der Asche mit Salzsäure oder Essig zu erkennen; die Asche von echtem Peruguano braust hierbei nur wenig (Entweichung von Kohlensäure); ist letzteres irgendwie stark, so ist ein Zusatz von kohlensaurem Kalk, resp. kohlensaurer Magnesia erfolgt.

Der in Säure unlösliche Rückstand darf nicht über 12—15% des Guano betragen; ist er größer, so läßt dies auf Verfälschung mit Sand u. dgl. schließen (es kommen Zusätze von Sand resp. Erde bis über 35% vor).

Die Asche des echten Guano enthält ferner ca. 1/4 in Wasser lösliche Stoffe; ist die Menge des löslichen wesentlich größer, so ist dies ebenfalls ein Beweis für die Verfälschung. Der Zusatz von Gyps, welcher in Wasser schwer löslich, ergiebt sich durch den Nachweis von irgendwie erheblichen Mengen von Kalk in der wässerigen Lösung, sowie durch das schwere Auswaschen; die Guanoasche hat höchstens Spuren von in Wasser löslichem Kalk.

Die Verfälschung mit geringeren Guanosorten ist ebenfalls durch die Aschenmenge und deren Beschaffenheit, sowie durch den geringeren Stickstoffgehalt zu erkennen.

§. 212.

η. Der aufgeschlossene Peruguano.

Wie die Betrachtung des Guanohandels gezeigt hat, hat sich der aufgeschlossene Peruguano, welcher ja erst im Jahre 1864 auf den Markt gelangte, sehr bald dem rohen Peruguano gegenüber eine sehr würdige Stellung zu schaffen gewußt, ja man muß, wenn man die Jahre vor allem von 1874 bis 1878 in's Auge faßt, sagen, der rohe Peruguano ist vom aufgeschlossenen fast ganz vom Markte verdrängt worden und hat sich seit 1878

wieder ernstlich bemühen müssen, sich neben demselben eine Stellung zu gewinnen. Der vornehmste Grund dieser auffallenden Erscheinung war der, daß der aufgeschlossene Peruguano vom ersten Tage an in seinem Gehalte an den beiden wichtigsten Nährstoffen garantirt wurde, und daß diese Garantie mit der allergrößten Gewissenhaftigkeit stets eingehalten, ja vielfach noch übertroffen wurde. Da der rohe Peruguano ohne Garantie verkauft und wenige Jahre nach Einführung des aufgeschlossenen, wie wir gesehen haben, in seiner Zusammensetzung schwankender wurde und zurückging, so unterstützte dies ebenfalls wesentlich die Verbreitung des aufgeschlossenen Guano. Ein weiterer Grund, weshalb der aufgeschlossene Peruguano sich so bald die Liebe der Landwirthe gewann, war zunächst seine äußere Beschaffenheit: er stellte ein sehr bequem und gut streubares Pulver dar, während der rohe ja wegen seines Gehaltes an Knollen erst vom Landwirthe mehr oder weniger zu einem streubaren Pulver gemacht werden mußte.

In der Darbietung einer bestimmten Garantie, was ja etwas Neues im Düngemittelhandel war, und in der Darstellung eines gut streubaren und vortrefflich gemischten Pulvers besteht zunächst das große Verdienst von Ohlendorff & Co.

Das Aufschließen wurde, wie wir früher gelesen haben, zunächst bei dem seebeschädigten Guano angewendet, der so, wie er war, nicht in den Handel gebracht werden konnte: er war zu naß und enthielt in Folge dessen eine größere Menge von flüchtigem Ammoniak. Hier war die Behandlung mit Schwefelsäure entschieden am Platze, da durch diese Säure das flüchtige Ammoniak gebunden und die Masse trockener wurde. Ebenso nothwendig war die Aufschließung bei den Guano, welche wie z. B. der Guañape-Guano sehr naß und reich an Steinen nach Europa gelangten. Ob dagegen auch bei den guten Qualitäten des Chinchas- und anderer Guano dies Aufschließen ebenso nothwendig war, ist eine Frage, welche zu ventiliren ist.

Da sich der Guano mit Knollen, wie er in den Handel kam, nicht zur Superphosphatfabrikation eignete, sondern vor dem Aufschließen in ein möglichst feines Pulver verwandelt werden mußte, so wandten hierzu Ohlendorff & Co. sog. Desintegratoren an, Apparate, wie sie anderweitig zur Zerkleinerung von Thon, trocknen Superphosphaten, Coprolithen u. s. w. in England, auch in Hamburg zum Aufbereiten des phosphatischen Guano in Anwendung kommen. Der Desintegrator ist von Thomas Carr erfunden und für England patentirt worden. Dieser Apparat ist mit einem Schüttensiebe verbunden, durch welches das Pulver-

förmige von dem Klumpigen getrennt wird, weil ja nur letzteres der Zerkleinerung bedarf. Der Apparat dient ferner zur Ausscheidung der im Rohguano befindlichen Steine, welche ca. 1% des Guanogewichts ausmachen und an die Lieferanten zum Guanopreise zurückgegeben werden. Der durch diesen Apparat in ein feines Pulver verwandelte und innig gemengte Guano wird, mit ca. 22% seines Gewichts concentrirter (66 grädiger) Schwefelsäure, oder der entsprechenden Menge 60er Säure in mit Blei ausgeschlagenen Gruben durch mechanische Rührwerke gemischt und dann auf Haufen gefahren, wo er nach einiger Zeit zu einer festen Menge erstarrt. Diese Masse wird dann nochmals auf den Desintegrator gebracht und erhält so die bekannte gute Streuform. Bei der Ungleichmäßigkeit des Rohguano in der neueren Zeit können Ohlendorff & Co. die Gleichmäßigkeit des Fabrikates in Bezug auf den Gehalt nur durch sehr sorgfältiges Mischen des Rohguano herstellen. Der Gehalt des aufgeschlossenen Guano an Stickstoff mußte nun mit dem Sinken des Stickstoffgehaltes der Rohwaare ebenfalls sich entsprechend verringern. In welchem Grade dies im Laufe der Jahre stattgefunden hat, mag die folgende Zusammenstellung der Mittelzahlen der im Pommritzer Laboratorium seit 1870 ausgeführten zahlreichen Analysen darthun.

	1870	1871	1872	1873	1874	1875
Wasser	14,88	15,56	14,60	12,44	13,58	16 40
Lösliche Phosphorsäure . .	10,55	9,52	10,58	9,95	10,42	8,53
Stickstoff	10,23	9,32	9,69	9,65	9,04	9,42

	1876	1877	1878	1879	1880	1881
Wasser	16,17	16,44	15,25	15,25	13,19	12,19
Lösliche Phosphorsäure . .	8,90	9,41	10,08	9,61	10,23	9,49
Stickstoff	8,87	7,46	7,12	6,70	6,81	6,82

Diese Zahlen zeigen zugleich, mit welch großer Gewissenhaftigkeit Ohlendorff & Co. bestrebt gewesen sind, die gebotene Garantie einzuhalten.

Durch die Behandlung mit Schwefelsäure wird einerseits das in flüchtiger Form vorhandene Ammoniak in nicht flüchtige

Form gebracht und dann die in schwer löslicher Verbindung vorhandene Phosphorsäure in lösliche übergeführt, zugleich wird durch die Entstehung von Gyps eine gewisse Menge Wasser chemisch gebunden. Im aufgeschlossenen Guano haben wir mithin den Stickstoff in nicht flüchtiger Verbindung und die Phosphorsäure in löslicher Form. Im rohen, nicht nassen Guano dagegen einen kleinen Theil des Stickstoffs in flüchtiger Verbindung, welcher somit verloren gehen kann und ca. 1/3 der Phosphorsäure in löslicher und ca. 2/3 in schwer löslicher Form. Bei dem hohen Stickstoffgehalt des Chinchas-Guano vor Allem der wesentlichen Menge von Ammaniaksalzen konnte mit Sicherheit angenommen werden, daß die schwer lösliche Phosphorsäure durch diese Salze bald gelöst und assimilirbar würde. Nicht dasselbe läßt sich jetzt annehmen, wo der Stickstoffgehalt des Rohguano ca. auf die Hälfte gefallen und dagegen der Phosphorsäuregehalt ein bedeutend höherer geworden ist.

Da der rohe Guano anderseits jetzt ebenfalls gemahlen, gut gemischt und mit bestimmter Garantie in den Handel kommt, so bietet er in dieser Beziehung dem aufgeschlossenen Guano eine erhebliche Concurrenz. Die vorher bezeichneteu chemischen Unterschiede zwischen den beiden Guano des Handels lassen indeß jetzt bestimmt aussprechen, daß der aufgeschlossene Guano ein schneller und sicherer wirkender Dünger als der gemahlene ist. Der aufgeschlossene Guano wird sich daher vor Allem zur Frühjahrsdüngung und da auch zur Herbstdüngung eignen, wo es sich bei Gabe geringer Mengen um Kräftigung der Saaten für den Winter handelt. Der gemahlene Guano ist anderseits für die Herbstdüngung im Allgemeinen zu empfehlen, da er billiger als der aufgeschlossene ist.

Einer Zugabe von Schwefelsäure zum rohen Guano, wie es früher z. B. von England aus empfohlen ist, möchte ich das Wort nicht reden, da der Landwirth die innige Mischung zwischen beiden Körpern nicht in dem Grade herstellen kann, als der Fabrikant. Wer aufgeschlossenen Guano anzuwenden gewillt ist, der kaufe Guano gleich als solchen.

Daß die Verwendung von Schwefelsäure mit Rohguano die Wirkung des letzteren erhöht, ist bereits durch Versuche bekannt, welche vor der Fabrikation des aufgeschlossenen angestellt sind.

Krocker stellte 1856, in einem Jahre, dessen Sommer auffallend trocken war, die folgenden Versuche an:

	Düngung pro Morgen	Ertrag an Körnern	Ertrag an Stroh und Spreu
Hafer (Thonboden)	1 Ctr. Guano	420	2880
	1 Ctr. Guano n. 5 ℔ Schwefelſ.	440	3000
	1 Ctr. Guano u. 1 Ctr. Gyps. .	560	3340
Hafer (lehm. Sandb.	1 Ctr. Guano	607 1/2	2332
	1 Ctr. Guano u. 5 ℔ Schwefelſ.	646 1/4	2643
	1 Ctr. Guano n. 1 Ctr. Gyps. .	772 1/2	2645
Weizen (Thonboden)	1 Ctr. Guano	815	2030
	1 Ctr. Guano u. 1 Ctr. Schwefelſ.	880	2310
	1 Ctr. Guano u. 1 Ctr. Gyps. .	970	2370

Weniger günſtig ſind dagegen die Verſuche von Lawes, welche die folgende Tabelle zuſammengeſtellt enthält.

	Zahl der Rüben	Rüben ℔	Blätter ℔	Zuſammen ℔
1) 200 ℔ Peruguano	14397	18129	2393	20522
2) 200 ℔ „ und 12 ℔ Schwefelſäure	13092	16257	2337	18594
3) 200 ℔ Peruguano und 200 ℔ Superphosphat	14818	16777	2225	19002
4) 200 ℔ Peruguano u. 12 ℔ Schwefelſäure u. 200 ℔ Superphosphat .	15932	18577	2314	20891

Zur Darlegung der Wirkung der Schwefelſäure auf den Guano in Betreff der Phosphorſäure mögen hier noch die folgenden Verſuchs-Reſultate von Völcker Platz finden.

	5%	10%	15%	20%	Der Guano enthielt
Lösliche Phosphorſäure					
a. 2baſiſch phosphorſaure Kalkerde	1,36	1,51	2,74	5,36	—
b. Phosphorſäure (an Alkalien) .	6,46	7,09	7,11	6,68	2,33
Die gelöſte Phosphorſäure als 3baſiſch phosphorſ. Kalk berechnet .	16,11	17,73	19,68	22,84	5,05
Ungelöſt bleibender 3baſiſch phosphorſaurer Kalk	14,70	12,24	8,23	3,06	23,33
Waſſer	4,63	4,58	4,77	5,44	13,27

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß Ohlendorff & Co. bereits seit 2 Jahren, veranlaßt durch den geringeren Gehalt des Rohguano's an Stickstoff, 2 Sorten von aufgeschlossenem Guano in den Handel bringen und zwar die I. Qualität mit der Garantie von 7 % Stickstoff und 9½ % löslicher Phosphorsäure und die II. Qualität mit der Garantie von 5 % Stickstoff und 10 % löslicher Phosphorsäure.

Lange wird obige Garantie wohl nicht mehr geboten werden können, wenn der aufgeschlossene Guano nur aus Rohguano ohne Zusatz von Ammoniaksalzen dargestellt werden soll, da ja die Rohguano an Stickstoff immer ärmer werden und zur Zeit bei dem gemahlenen Peruguano die Garantie von 7 % Stickstoff kaum mehr eingehalten werden kann, wie dies die letzten Untersuchungen im hiesigen Laboratorium darthun.

Bemerkt mag hier deshalb gleich noch werden, daß gegen einen Zusatz von schwefelsaurem Ammoniak in fein gemahlener Form durchaus nichts einzuwenden sein würde. Der Rohguano enthält ja bereits mehrere Procente Ammoniak und zwar früher wesentlich mehr als jetzt, in Salzform, weshalb eine Vermehrung des Stickstoffes in dieser Verbindung entschieden nicht als irgend wie den Charakter des Peruguano verändernd angesehen werden kann. Bei der Fabrikationsmethode, welche Ohlendorff & Co. anwenden, würde auch das zugesetzte Ammoniaksalz in innige Mischung mit den andern Guanobestandtheilen, vor Allem der Phosphorsäure, kommen. Da der Peruguano allgemein auch heute noch als ein stickstoffreicher Dünger gilt, so würde sogar die Erhaltung dieses Charakters mit Freuden zu begrüßen sein.

Die Beschaffenheit der Ammoniak-Superphosphate, welche ja Concurrenzdünger des aufgeschlossenen Guano sind, zeigt die so wünschenswerthe innige Mischung der beiden Hauptnährstoffe leider vielfach, ja meistens nicht.

§ 213.

f. Die anderen hierhergehörigen Guanosorten.

1. Der Angamos-Guano.

Dieser Guano wird auf einer felsigen Spitze an der Küste von Bolivia gefunden, ist daselbst aber nur in geringen Mengen angehäuft und sehr schwer zu gewinnen, weshalb bisher auch nur unbedeutende Mengen desselben nach Europa verschifft sind. Der

Angamos-Guano ist der stickstoffreichste Guano und würde deshalb, wenn er in größeren Mengen vorkäme, sehr gesucht sein.

Die folgenden beiden Analysen von Anderson, von welchen die letztere in den Jahren von 1863—65 gemacht ist, nachdem 8 Jahre lang kein Angamos-Guano in England eingeführt war, zeigen die Zusammensetzung desselben.

	I.	II.
Wasser	22,275	7,39
Organ. Stoffe und Ammoniaksalze	56,025	64,81
Phosphors. Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde	0,850	—
Eisenoxyd	—	0,88
Kalkerde	3,665	5,11
Magnesia	0,500	1,11
Kali	2,505	2,48
Chlorkalium	—	1,35
Natron	1,621	—
Chlornatrium	3,558	1,60
Phosphorsäure	7,136	7,13
Schwefelsäure	0,385	1,25
Kieselsäure	1,465	0,40
Sand ꝛc. und Verlust	0,015	6,49
	100,000	100,00
Stickstoff	17,418	19,28
(= Ammoniak)	21,118	23,40

In Betreff der Wirkung und Anwendung gilt das beim Peruguano Angeführte. Da aber der Angamos-Guano reicher an Stickstoffverbindungen und in Folge dessen ärmer an Phosphorsäure als der Peruguano, dagegen der Gehalt an Alkalien bei beiden ziemlich derselbe ist, so beruht auch die Hauptwirkung des Angamos-Guano auf seinem Stickstoffgehalt; bei demselben wird daher eine Vereinigung mit phosphorsäurereichen Materialien meistens am vortheilhaftesten sein.

§. 214.

2. Guano von Shay.

Dieser Guano stammt von einer kleinen Insel in der Nähe des Cap der guten Hoffnung, wird von den Excrementen und Ueberresten von Cormorans gebildet und soll im Stickstoffgehalte dem Peruguano fast gleich sein. Er hat fast die Farbe des Peruguano, ist aber weniger gleichmäßig als dieser, enthält Federn, Knochentheilchen und Krystalle von kohlensaurem Ammoniak. Der Stickstoffgehalt schwankt zwischen 8—12 %. Genauere Analysen, sowie weitere Angaben über die Größe des Lagers u. s. w. liegen nicht vor.

3. Egyptischer Guano.

Völcker giebt die beiden folgenden Analysen eines egyptischen Guano, über dessen Fundort leider die näheren Angaben fehlen.

	I.	II.
Wasser	17,19	15,06
Organ. Stoffe und Ammoniaksalze	39,50	39,30
Phosphorsaure Erden	18,28	19,89
Schwefelsaurer Kalk	2,76	3,15
Alkalisalze (hauptsächlich Kochsalz)	20,93	20,39
Sand	1,34	2,21
	100,00	100,00
Stickstoff	11,81	10,93

§ 215.

4. Ichaboe-Guano.

Der Ichaboe-, auch Itschabo-Guano kommt von den Inseln Ichaboe und Chaboe (?), welche an der südwestlichen Küste von Afrika unterm 26,25° s. Br. und 14,16° öst. L. gelegen sind. Dieser Guano bildet den Uebergang zwischen den stickstoffreichen und stickstoffarmen Guanosorten und zeigt die Wirkung des Regens auf den Guano sehr schön. Der Ichaboe-Guano wurde bald nach der Einführung des Peruguano endeckt und nach Europa gebracht. Die ersten Ladungen, welche die jüngsten Ablagerungen repräsentirten, waren, wie bereits p. 351 bemerkt, bedeutend stickstoffreicher, als die späteren. Da die Lager nicht mächtig waren, so wurden sie bald aufgeräumt; der Import dieses Guano hörte auf und begann erst wieder 1863, wo ein Guano neuer Bildung eingeführt wurde, der bedeutend stickstoffreicher, als die letzten, ja reicher als die der ersten Sendungen war.

Da der Ichaboe-Guano wesentlich ärmer an Stickstoff, dafür aber nicht reicher an Phosphorsäure und Alkalien, sondern auch an diesen meistens ärmer, als der Peruguano ist, so folgt daraus, daß der Werth desselben ein geringerer, als der dieses sein muß. Die große Menge werthloser Stoffe — Sand und Thon —, welche derselbe enthält, geben die Erklärung des Obigen. Ueber die Wirkung und Anwendung des Ichaboe-Guano ist Neues nicht anzuführen, sondern auf das beim Peruguano Gesagte zu verweisen; die Wirkung desselben beruht ebenfalls vor Allem auf seinem Gehalte an Stickstoff- und Phosphorsäure-Verbindungen, und da beide in demselben in geringeren Mengen als

im Peruguano vorkommen, so folgt daraus, daß von ihm entsprechend mehr angewendet werden muß.

Die folgenden Tabellen geben ein Bild seiner Zusammensetzung; zu denselben sei noch bemerkt, daß die beiden ersten die Zusammensetzung der früheren Importe, und zwar I. die der ersten, II. die der letzteren (1858) und III., IV., V. und VI. die der neuesten zeigen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Nesbit.		Anderson.			de Molinari.
Wasser	25,50	16,09	29,25	18,58	19,90	21,66
Organ. Stoffe und Ammoniaksalze	41,52	17,49	35,01	32,49	44,33	44,89
Phosphate	20,08	20,45	13,80	13,82	20,31	8,80 *)
Eisenoxyd und Thonerde	0,48	Spur	—	—	—	0,14
Kohlensaure Kalkerde	13,35	1,06	0,39	5,80	0,41	8,18 *)
Schwefelsaure Kalkerde	—	5,17	1,63	1,00	1,38	0,43 *)
Magnesia	1,83	2,43	—	—	—	0,60
Kali	1,05					2,00
Phosphorsaures Kali	4,71	3,75	8,12	0,42	4,04	4,25
Natron	0,34					
Chlornatrium	1,61					1,76 *)
Sand und Thon	0,60	33,65	11,80	25,88	9,73	7,69
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	7,92	3,07	9,07	7,53	6,53	13,77

5. Saldanha-Bay-Guano.

Dieser Guano wird auf mehreren Inseln und Riffen der Saldanha-Bay an der Südwestküste von Afrika gefunden; er wird, so weit ich weiß, von Pelicanus-Arten und anderen Seevögeln in nicht unbedeutenden Mengen producirt und besteht somit aus den Excrementen dieser Vögel, ferner Federn 2c. derselben.

Die Lager auf diesen Inseln resp. Riffen sind nicht Jahrhunderte alt, wie es die auf den Chinchas-Inseln waren, sondern jüngeren Datums. Die einzelnen Inseln werden der Reihe nach abgebaut, was bei allen ca. 10—15 Jahre dauern kann, in welcher Zeit die zuerst abgebauten wieder mit Excrementen 2c.

bedeckt sein sollen. Die Sammlung des Guano wird von den Eingeborenen besorgt, welche ihn in Körbe bringen und dann in Booten direct an den Bord der Seeschiffe befördern.

Die Inseln und Riffe sind Eigenthum der englischen Regierung und hat diese einem Contractor die Gewinnung des Guano überlassen. Bis 1871 gingen sämmtliche Ladungen nach England. Ende 1871 kamen die ersten 2 Schiffe nach Hamburg. Wie man hoffte, würde der jährliche Import 40—50,000 Ctr. erreichen.

Aus der Produktionsart geht bereits hervor, daß die Mächtigkeit der Lager auf den Inseln keine große sein kann, weshalb bei der Gewinnung leicht Steine und Sand in größeren Mengen in denselben gelangen müssen. Wir finden daher auch in diesem Guano Steine, Sand, Federn rc. in größeren Mengen. Der Guano wird zwar in Hamburg gesiebt, jedoch vermag man hierdurch nicht alles Fremdartige zu entfernen. Im Pommritzer Laboratorium wurden z. B. im Mittel mehrerer Proben an Steinen, Sand, Federn, Rinden rc. noch 14,14% gefunden.

Die Zusammensetzung dieses Guano zeigen die folgenden Mittelzahlen von Analysen, ausgeführt von Bochmann, im hiesigen Laboratorium.

Wasser	13,80
Organische Substanz und Ammoniaksalze	33,20
Asche	21,18
Sand	17,38
Steine, Federn, Rinde rc.	14,44
	100,00

Gesammte Phosphorsäure	8,61%
Lösliche Phosphorsäure	2,88 "
Schwefelsäure	0,22 "
Kalkerde	6,88 "
Kali	1,85 "
Natron	0,97 "
Stickstoff	8,88 "

Vergleicht man diese Bestimmungen mit anderen von Ulex, Schulz-Magdeburg, G. Kühn und Sachße ausgeführten Analysen, so ergiebt sich, daß der Guano mit einer Minimal-Garantie von 8½% Stickstoff und 8½ Phosphorsäure verkauft werden kann.

Dieser Guano ist aber in Deutschland sehr bald wieder vom Markte verschwunden, weshalb, habe ich nicht in Erfahrung bringen können. Vielleicht erscheint er bald wieder im Handel, da die Peruguano schlechter und schlechter werden.

6. Frageroe-Guano.

Dieser Guano soll sich nach Angaben Antwerpener Handelshäuser auf einer norwegischen Insel oder auf dem norwegischen Küstenlande vorfinden. Dieses Düngemittel ist, wie die mir vorliegende Probe zeigt, dem Peruguano sehr ähnlich und besitzt einen sehr durchdringenden, aber nicht fauligen (Karmrodt) Geruch.

Karmrodt hielt es nicht für wahrscheinlich, daß der Frageroe-Guano von dem angegebenen Fundorte stamme, sondern hält denselben für ein Fabrikat aus thierischen Stoffen, vielleicht auch aus etwas Peruguano und Fischresten und sonstigen Abgängen, Alkalisalzen ꝛc. Auch König und Mäercker bezeichnen ihn als Kunstproduct. Ist dieser Guano ein Kunstproduct, so wäre er, was seine äußere Beschaffenheit anbetrifft, sehr geschickt imitirt. Auffallend ist dann aber die große Ungleichmäßigkeit in seiner Zusammensetzung. Garantirt wurde er von Ludwigshafen aus mit 6% Stickstiff und 10% Phosphorsäure. Die Analysen von Neßler zeigen einen Stickstoffgehalt von 2,14 bis 6,33%, von Karmrodt einen von 3,15 bis 6,54%, von Petermann einen von 2,88 bis 5,20%, und das hiesige Laboratorium einen von 5,76 bis 6,52%. Phosphorsäure fand Neßler 9,51 bis 11,1% Karmrodt 2,50 bis 7,50, Petermann 12,27 bis 13,79% und das hiesige Laboratorium 10,87 bis 12,11%. Diese sehr verschiedenartige Zusammensetzung der untersuchten Proben läßt fast vermuthen, daß dieselben aus verschiedenen Quellen stammten. Die mir vorliegende von Ludwigshafen stammende Probe kann ich nicht für ein Kunstproduct halten. Der Guano wurde 1872 eingeführt, ist aber wieder vom Markte verschwunden.

Hiermit schließe ich die erste Gruppe der Guanosorten. Außer diesen, ist noch eine große Anzahl anderer Guano bekannt und eingeführt worden, wie dies bereits § 195 gezeigt hat. Da aber der Stickstoffgehalt dieser ein niedriger, ja theilweise ein verschwindend kleiner und zugleich noch ein schwankender*) ist, und somit ihre Hauptwirkung auf ihrem Phosphorsäure-Gehalt beruht, so glaube ich, daß diese am besten ihren Platz bei den phosphorsäurereichen Dungmitteln finden.

2. Die Excremente unseres Hausgeflügels.

§ 216.

a. Zusammensetzung und Menge der Excremente.

α. Taubenmist.

In der Einleitung zu diesem Kapitel haben wir bereits den hohen Werth kennen gelernt, welchen die Alten auf den Tauben-

---

*) Phosphorsäure resp. Kalkerde resp. Schwefelsäure resp. Chlor.

**) Nesbit hat z. B. bei 2 in demselben Jahre eingeführten Guano aus Bolivia bei dem einen 3,8% und bei dem andern 0,8% Stickstoff und bei Guano von der Patos-Insel bei einem 5,9 und beim andern 0,8% Stickstoff gefunden.

mist legten. Die nähere Betrachtung seiner Zusammensetzung wird uns zeigen, daß dies durchaus mit Recht geschehen ist.

Ueber Taubenmist liegt uns eine ältere Analyse eines egyptischen Taubenkoths von Johnston (I), 3 neuere von Anderson (II, III, IV) und eine von Hellriegel (V) vor. II und III waren nicht ganz reine Excremente, sondern etwas vermischt mit Stroh und anderen vegetabilischen Resten und Sand, dagegen IV so rein, wie sie zu erhalten waren. Der Taubenmist enthält frisch 58,3 % Wasser; die folgenden Analysen sind auf wasserfreie und sandfreie Substanz berechnet.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Organ. Substanz	84,97	82,88	77,81	81,46	85,2
Phosphate . . .	11,05	11,46	15,50	7,75	9,3
Gyps	—	—	3,89	5,04	—
Kohlensaurer Kalk	3,29	4,98	2,31	—	—
Alkalisalze . . .	0,69	0,68	0,49	5,75	5,3
Stickstoff . . .	3,09	3,31	4,15	6,20	4,3

Nro. II enthielt 19,39 % Wasser und 28,60 % Sand
„ III „ 40,53 „ „ „ 27,15 „ „
„ IV „ 58,32 „ „ „ 7,00 „ „

Eine Taube liefert nach einem belgischen Landwirthe jährlich 2 Kilg. 762 Gr. (= cr. $5^1/_2$ ℔) Excremente.

Dank der großen Liebhaberei für Tauben ist jetzt der Taubenmist Handelsartikel.

Ich gebe in Folgendem noch 3 Analysen von solchem Taubenmiste des Handels, welche im hiesigen Laboratorium ausgeführt sind.

	I	II	III
Wasser	22,42	45,77	9,62
Organ. Substanz	49,02	20,15	57,34
Asche	8,46	5,33	6,78
Sand	20,08	28,75	26,26
	100,00	100,00	100,00
Phosphorsäure	1,86 %	1,12 %	2,09 %
Stickstoff . .	5,00 „	1,42 „	2,82 „
Kieselsäure . .	0,39 „	0,48 „	
Kalk	1,30 „	0,97 „	
Alkalisalze . .	4,91 „	2,76 „	

β. Hühnermist.

Ueber den Hühnermist liegen Analysen von Girardin (I), Karmrodt (II) und Anderson (III) vor; die von II und III zeigen die Zusammensetzung der reinen Excremente:

	I.	II.	III.
Organ. Substanz und Ammoniaksalze	59,63	74,30	59,25
Phosphate	40,37 (Phosphate bis Alkalisalze)	14,40	13,79
Kohlensaurer Kalk		7,70 (Kohlens. u. Schwefels. Kalk)	23,58
Schwefelsaurer Kalk			—
Alkalisalze		3,50	3,37
	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	—	5,54	1,87

Bei III 60,88 % Wasser, 6,69 % Sand und 0,07 % lösliche Phosphorsäure (= 0,22 % in den wasser- und sandfreien Excrementen).

Eine Henne liefert nach einem belgischen Landwirthe jährlich 5 Kilg. 523 Gr. (= 11,05 ℔) und ein Truthahn 11 Kilg. 47 Gr. (= 22,09 ℔) Excremente.

γ. Entenmist.

Die so sorgfältig wie möglich gesammelten Excremente der Enten hat Anderson, wie folgt, zusammengesetzt gefunden:

	frisch:	wasser- und sandfrei.
Wasser	46,65	—
Organ. Substanz und Ammoniaksalze	36,12	85,02
Phosphate	3,15	7,39
Kohlensaurer Kalk	3,01	7,06
Alkalisalze	0,32	0,53
Sand	10,75	—
	100,00	100,00
Stickstoff	0,70	1,64
Lösliche Phosphorsäure	Spur.	

Nach dem belgischen Landwirthe giebt eine Ente jährlich 8 Kilg. 285 Grm. (= 17,09 ℔) Excremente.

δ. Gänsemist.

Nach Anderson bestehen die Excremente der Gänse aus Folgendem:

	frisch:	wasser- und sandfrei:
Wasser	77,08	—
Organ. Substanz und Ammoniaksalze	13,44	74,92
Phosphate	0,89	5,15
Alkalisalze	2,94	19,93
Sand	5,65	—
	100,00	100,00
Stickstoff	0,55	3,19
Lösliche Phosphorsäure	0,12	0,69

Eine Gans liefert jährlich 11 Kilg. 47 Grm. (= 22,09 ℔) Excremente.

§. 217.

b. Verwendung der Excremente des Hausgeflügels.

Die obigen Analysen zeigen den hohen Dungwerth der Excremente des Hausgeflügels und so zugleich die Nothwendigkeit der Sammlung und Verwendung derselben. Da aber die Excrementen-Menge, sowie die Zahl der gewöhnlich gehaltenen Thiere meistens keine große ist, wozu noch kommt, daß ein Theil der

Excremente vertragen wird, so ist auch die von ihnen gelieferte Dungmenge keine große, weshalb sie auch nur eine beschränkte Anwendung finden können. Aus diesen Gründen empfiehlt sich ihre Verwendung für den Garten, oder für Fehlstellen im Felde, oder am meisten für den Composthaufen. In Betreff der Art der Verwendung gilt das beim Guano Gesagte.

Der geringere Stickstoffgehalt dieser Excremente, gegenüber dem der Seevögel, welche den Guano liefern, erklärt sich aus der Verschiedenartigkeit der Nahrung: jene leben meistens von Vegetabilien, diese dagegen von Fischen.

Anhang I.

§. 218.

Der Fledermaus-Guano.

Dieser Guano stammt zwar, wie der Name bereits anzeigt, nicht von Vögeln, sondern von den Excrementen eines Säugethiers; trotzdem aber glaube ich denselben wegen seiner Entstehungsart und Zusammensetzung am besten bei diesem Kapitel abhandeln zu müssen.

Die Fledermäuse leben in einigen Grotten, Höhlen u. s. w. verschiedener Länder, wie Sardinien — sardinischer Guano —, Frankreich, Ungarn, Algier, Deutschland (Krain, Mähren, Nassau) u. s. w., in solchen Mengen, daß wir in denselben ihre Excremente in bedeutenden Quantitäten abgelagert finden.

Hardy berichtet, daß in einer Höhle nicht weit von Vesoul, am rechten Ufer der Saone, in dem leichter zugänglichen Theile derselben eine Ablagerung von etwa 25 Kubikfuß vorhanden ist.

Im Nassauischen sind aus alten Kirchspielspeichern viele Wagenladungen von diesen Excrementen gewonnen worden.

Die Fledermäuse fressen sehr stark und liefern so verhältnißmäßig auch viel Koth. Die einzelnen Kothklumpen der europäischen Fledermäuse haben im frischen Zustande ziemlich die Form des Mäusekoths, sind aber lockerer und glänzen stark von den darin enthaltenen glatten, festen und unverdauten Insectenüberresten.

Der Wassergehalt der Excremente beträgt im frischen Zustande ca. 60% (Hardy).

Auf der folgenden Tabelle sind einige Analysen dieses Düngers zusammengestellt, und zwar zeigt I die Zusammensetzung des sardinischen

Fledermaus-Guano nach Hervé Mangon (eine andere Analyse liegt noch von Malaguti vor), II die des französischen nach Hardy, III die des ungarischen und IV die des mährischen (aus der Slauperhöhle), die beiden letzten nach W. Tod.

	I[1])	II	III[2])	IV[2])
Wasser	16,08	—	13,30	23,42
Organische Stoffe	73,01	67,4	66,09	56,51
(Ammoniak	—	14,8	5,34	7,39)
(Salpetersäure	—	—	0,73	0,44)
Phosphorsäure	2,49		3,15	2,30
Kalkerde	2,56	8,3		
Magnesia	0,02		3,84	3,45
Phosphorsaures Natron und andere Alkalisalze	2,18		1,76 [3])	1,56 [3])
Schwefelsäure	0,13		1,83	2,42
Chlor	—	24,3	0,45	0,28
Eisenoxyd	—		0,38	0,14
Kieselsäure und feiner Sand	3,55		3,13	2,09
	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoff überhaupt	8,61	12,3	7,78	9,42

Der Fledermaus-Guano ist somit ein durchaus werthvoller Dung und dem Peruguano ziemlich nahe stehend; da bei demselben aber das Verhältniß zwischen Stickstoff und Phosphorsäure zum Nachtheil der letzteren noch ungünstiger, als bei diesem ist, so ist hier noch mehr eine Verwendung desselben im Verein mit phosphorsäurereichen Dungstoffen zu empfehlen.

Anhang II.

Der Fisch-Guano.

§. 219.

Da die Fische zur Ernährung derjenigen Seevögel dienen, von denen die Guanosorten herrühren, und somit indirect diese

[1]) Mittel aus 2 Analysen.

[2]) Der Guano stellt ein gröbliches, kaffeebraunes Pulver dar, meist in größern und kleinern Klumpen zusammengebacken und hat einen schwachen, dem Moschus ähnlichen Geruch.

[3]) Kali und Natron.

es sind, welche den Guano liefern, so glaube ich auch, daß der Fischguano, welcher von Fischen dargestellt wird, hier am besten seinen Platz findet. Die Zusammensetzung und Beschaffenheit des Fischguano spricht ferner dafür, ihm seinen Platz bei den Guano zu geben.

Die Verwendung von Abfällen der Fischerei zur Düngung ist an den Küsten schon lange im Gebrauch. Die Verarbeitung dieser Abfälle zu transportablen Massen gehört dagegen der Neuzeit an. Erwägt man die ungeheure Menge dieser Abfälle und ihren Dungwerth, so muß man die Gewinnung derselben für die Düngung, und zwar nicht nur für die Küsten-, sondern auch für die Binnenländer mit Freuden als einen bedeutenden Fortschritt begrüßen.

Die verschiedenen Fabrikate, welche aus den Abfällen der Fischerei gemacht werden, führen entweder ihren Namen nach den Fischen, welche man zu ihrer Erzeugung verarbeitet, oder nach den speciellen Ländern, in denen man sie darstellt. Wir haben so den Granat- und Krabben-Guano, den englischen, französischen, neufundländischen, norwegischen, ostpreußischen, portugiesischen und helgoländer Fischguano, von denen einige zwei Namen für dasselbe Fabrikat sind.

1. Darstellung und Beschaffenheit der Fischguanosorten.

§. 220.

a. Englischer Fischguano.

Seit ungefähr 25 Jahren werden an den Küsten von Sussex, Kent und Essex eine Menge kleiner Fische gefangen, zerstampft und zur Düngung für Weizen und Hopfen verwendet. Es ist dies eine kleine Häringsart, Clupea sprattus, sog. Sprotten, welche sich zu gewissen Zeiten in unglaublich großen Mengen an den genannten Küsten zeigt. Petlitt ließ sich darauf 1853 ein Verfahren patentiren aus Häringen oder Breitlingen Guano darzustellen, über welchen neuen Dungstoff sich Way und Thompson sehr günstig aussprachen. Der Ammoniakgehalt dieses Dungstoffes schwankt nach den Analysen derselben zwischen 13,6 und 16,8 %. Die Art der Darstellung dieses Guano ist auch bisher nicht näher bekannt geworden.

Nach einer Analyse von Way bestehen die Sprotten in 100 Theilen aus:

Wasser	64,125
Fett	19,050
trockener stickstoffhaltiger Materie	16,825 (?)

Die trockene stickstoffhaltige Materie enthält 11,53 % Stickstoff; die Asche, deren Menge 2,11 % beträgt, hat in 100 Theilen 42,00 Phosphorsäure und 19,56 Kali. Nach dieser Analyse ist der hohe Stickstoffgehalt des Fabrikates sehr auffallend.

§ 221.

b. Französischer Fischguano.

In Frankreich an der Küste der Bretagne wurden vor ungefähr 16 Jahren von Démolon (De Molon) auf seinen Besitzungen im Departement Finistère die von der Zubereitung der Sardellen herrührenden Ueberreste als Dünger verwendet. Nachdem sich Démolon durch die Resultate seiner Versuche überzeugt hatte, daß diese Massen einen bedeutenden Dungwerth besitzen, und es daher gewiß wünschenswerth sei, den unerschöpflichen Reichthum an Dungstoffen, welchen das Meer der Landwirthschaft liefert, in besserer Weise, als es bisher geschehen war, für dieselbe nutzbar zu machen, ersann er ein Verfahren, durch welches die Erhaltung dieser Massen, welche sich selbst überlassen, bald in Fäulniß übergehen, gesichert, dieselben auf große Entfernungen versandt und der Landwirthschaft im Allgemeinen nutzbar gemacht werden konnten. Démolon verband sich nun mit Thurneyssen und beide errichteten zu Concarneau bei Brest eine Fabrik zur Darstellung des Fischguano.

An Apparaten stellte er auf: Eine Dampfmaschine von 10 Pferdekräften und einen Dampfkessel von 18 Pferdekr.; zwei Kippkessel mit doppelten Wänden zum Kochen der Fische im Wasserbade; 24 Pressen zum Auspressen der Masse nach dem Kochen; eine Reibe, wie in den Zuckerfabriken, einen großen Trockenraum, einen Chaussenot'schen Röhrenofen zum Heizen dieses Raums und eine conische, cannelirte Mühle, wie die Kaffeemühlen, zum Mahlen der getrockneten Massen.

Das Verfahren der Bereitung ist das folgende:

Die Fische und Abfälle werden oben, nach abgenommenem Deckel, in den Kessel gebracht; darauf wird durch eine Röhre zwischen dem Kessel und seinem Mantel ein Dampfstrom von $3^1/_2$ Atmosphären Druck (ca. 140° C.) eingelassen. Der Dampf circulirt zwischen den beiden nur 5 Centimeter von einander abstehenden Wänden des Kessels und seines Mantels, sowie in einer Röhre von 20 Centimeter Durchmesser, die einen Theil des Kessels bildet, dessen Wände sie fortsetzt. Am verschlossenen Ende dieser Röhre befindet sich ein Hahn, um die von dem Dampf vertriebene Luft entweichen zu lassen, bevor man den Deckel aufsetzt. Eine Stunde reicht zum Auskochen hin; dann läßt man den Dampf durch den Hahn entweichen, kippt den Kessel durch eine leichte Bewegung um seine Schwungzapfen, die gekochte Fischmasse fällt bei Abnahme des Deckels heraus und wird von den

Arbeitern mittelst Körben sogleich unter die in der Nähe des Kessels befindlichen Pressen gebracht.

Unter jeder Presse steht ein Cylinder aus Eisenblech von 60 Centm. Höhe und 33 Centm. Durchmesser, welcher durchlöchert und mit 4 eisernen Reifen verstärkt ist. In diese Cylinder wird die gekochte Fischmasse gebracht; sind alle Cylinder gefüllt, so setzt ein Mann die Schraube jeder Presse in Bewegung; die ablaufende Flüssigkeit, aus Wasser und Oel bestehend, wird zunächst von Rinnen aufgenommen und sammelt sich dann in einem allgemeinen Reservoir. Nach einiger Zeit schwimmt das Oel (der Thran) obenauf und wird in Fässer gefüllt; die Menge desselben beträgt durchschnittlich $2-2^1/_2$ % vom Gewichte der frischen Fischmasse.

Nach dem Auspressen kommt die gepreßte Masse in Form zweier fester Preßkuchen von beiläufig 10 Centm. Dicke aus den Cylindern, wird in den Trichter der Reibmaschine gebracht, welche durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird, und in einen dicken Brei verwandelt, der dann von Kindern in den Trockenraum geschafft und hier auf Rahmen von 1 Meter Länge und 85 Centimeter Breite mit Boden von grober Leinwand bei 48—56° R. getrocknet wird; der ganze Trockenraum hält 500 solcher Rahmen, welche in 5 Gängen à 100 in demselben über einander befindlich sind.

Nach dem Trocknen gelangt die Masse in den Trichter der Mühle, wird hier zu einem feinen Pulver gemahlen und ist so Verkaufswaare. Das Gewicht des trockenen Fischdüngers beträgt durchschnittlich 22 % der dazu verwendeten frischen Fischmasse.

Die Fabrik producirt täglich 4—5000 Kilogr. trockenen Düngers, ohne die Nacht zu arbeiten und braucht hierzu 6 Männer und 10 Kinder.

Démolon berechnet die Zahl der Tage, an welchen gefischt werden kann, zu 200 bis 250, mithin kann er jährlich 1600—2000 Tonnen (à 1000 Kilogr.) produciren.

100 Kilogr. verkauft er zu 20 Fr. Dieser Fischdünger, dessen genauere Analyse in der Tabelle p. 403 folgt, enthält 12 % Stickstoff und 14,1 % phosphorsaure Salze.

§ 222.

c. Neufundländischer Guano.

Der Kabljaufang in Neufundland (Nordamerika) giebt jährlich über 1,400,000 Tonnen Fische im frischen Zustande, welche bei der Zurichtung, durch welche der Kopf, die Eingeweide und die Gräten im Rückgrat entfernt werden, ca. 700,000 Tonnen Abfälle liefern, die bis dahin ins Meer geworfen wurden und so ohne allen Nutzen verloren gingen. Die Benutzung dieser Abfälle für die Landwirthschaft verdanken wir ebenfalls Démolon, welcher 1851 seinen jüngeren Bruder mit allen zur Fabrikation Erforderlichen ausgerüstet dahin schickte und zu Kerpon am Ende

der Insel in der Nähe der Meerenge Belle Isle die Fabrik errichtete, die jährlich eine beträchtliche Menge Fischdünger nach Frankreich schickt.

Wicke hat für die Knochenschilde vom Stör (I) und die Gehörknöchelchen des Kabljau (II) und v. Bibra für die Rückenwirbel des Karpfen (III) die folgende Zusammensetzung gefunden:

	I.	II.	III.
Kohlensaurer Kalk . .	3,42	90,03	3,62
" Magnesia	0,32	0,22	—
Phosphorsaure Erden	47,37	0,54	41,11
Phosphors. Eisenoxyd	0,10	—	—
Chlornatrium . . .	1,18	—	
Chlorkalium	0,18	—	0,81
Schwefelsaures Natron	0,41	—	
Schwefels. Kalkerde .	—	0,29	—
Organische Substanz .	47,12	8,92	54,46
	100,00	100,00	100,00

Ferner kommt von Neufundland noch ein anderer Fischguano in den Handel, welcher Krabben- oder neufundländischer Guano genannt wird. Da dieser, wie aus seinem Namen hervorgeht, von Krabben dargestellt wird, so muß auch seine Zusammensetzung eine andere, als die des vorher genannten Fabrikats sein. Die auf der Tabelle aufgeführte Analyse zeigt die Zusammensetzung dieses Fabrikats.

§ 223.

d. Granat- oder Garnat-Guano.

Die kleinen Krebse (Cragon vulgaris F.), welche die Nordseeküsten zu Milliarden bevölkern und im nordwestlichen Deutschland unter dem Namen Garnaten (Granaten, Ganaten) oder Garneelen als Leckerbissen bekannt sind, werden, wenn sie zum Verkauf nicht geeignet sind, schon seit längerer Zeit von den Nordseefischern als Dungmittel mit gutem Erfolge benutzt.

Vor ungefähr 12 Jahren haben Denker & Comp. bei Varel an der Jade eine Fabrik errichtet, in welcher diese Krebse zu einem künstlichen Guano verarbeitet werden. Das Verfahren beruht darauf, daß die Thiere auf großen Eisenplatten so lange gedörrt werden, bis sie unter aufrechtlaufenden Mühlsteinen zu einem feinen Pulver zermahlen werden können.

Nach einer Angabe von Wicke werden die Krebse erst zur Gerinnung des Eiweißes erwärmt, darauf zur Entfernung des Wassers gepreßt und dann auf eisernen Platten bei ca. 80° geröstet und schließlich gemahlen.

Der Guano stellt ein hellgelbliches Mehl mit schimmernden Partikelchen — von den Schalen der Thiere herrührend — dar und bildet im Ganzen ein ziemlich gleichmäßiges Gemisch von starkem, eigenthümlichem Geruch; freies Ammoniak ist nicht vorhanden. Da dieser Guano im Verhältniß zum Stickstoff nur arm an Phosphorsäure ist, so setzt die Fabrik Knochenmehl hinzu und erzielt dadurch eine ganz vorzügliche Dungmasse.

§ 224.

e. Der norwegische Fischguano.

Dieser Fischguano hat für Deutschland von allen Fischguanosorten die größte Bedeutung, da die übrigen Fischguano-Fabriken entweder bereits wieder eingegangen sind, oder ihre Production keine bedeutende und daher ihr Absatzgebiet auf die nächste Umgebung beschränkt ist.

Der Fischguano wird in Norwegen von den Abgängen des Kabeljau (Dorsch) und in neuerer Zeit auch von denen des Wallfisches fabricirt.

a. Fischguano.

Der Kabeljau erscheint gegen Februar bis April an der norwegischen Küste nördlich von Aalesund bis zum Nordcap, vornehmlich aber bei der Inselgruppe der Lafoten und zieht sich dann über das Nordcap hinaus in die Reviere bis Vadsó, wo er verschwindet. Zu dieser Zeit sammeln sich auf den Lafoten-Inseln, welche sonst wenig bewohnt sind, Tausende von Fischern, welche in kleinen, elenden Hütten, die sie von den dort lebenden Handelsmännern für 1 Spezies pro Kopf für diese Zeit miethen, wohnen; ihre dürftige Nahrung, als „Fladbröd," getrocknete Fische und Speck, sowie einen Schafpelz für die Nacht bringen sie mit. Diese so außerordentlich genügsamen Menschen liegen hier nun während dieser Zeit dem Fange der Kabeljau ob. Der Fang beträgt nach Emil Meinert ca. 18 bis 20 Millionen Fische; von diesen werden die Seitentheile getrocknet und als Stockfisch in alle Welttheile versandt; ein Theil der Rester dient als Viehfutter und der große Kopf und Rücken, welcher früher dem Meere zurück- oder der zerstörenden Witterung preisgegeben wurde, bildet das Rohmaterial für die Fischguano-Fabrikation. Leider werden bis jetzt aber nicht alle Köpfe und

Rücken zu dieser Fabrikation verwendet, sondern bis jetzt erst der kleinere Theil.

Im Jahre 1870 berichtet Emil Meinert, der die Gegend wegen des Fischguano's bereiste, daß ca. 4—5 Millionen Köpfe und ein Theil Rücken verarbeitet würden, während 14—15 Millionen damals noch unverwerthet blieben. Ob sich die Fabrikation jetzt wesentlich vermehrt, ist nicht anzugeben, da genauere Berichte darüber nicht vorliegen; daß eine schnelle Vergrößerung der Fabrikation stattfinden wird, ist nach dem, was Meinert darüber berichtet, nicht gut anzunehmen.

Nach einer Privatmittheilung von Herrn Julius Meißner an mich, betrug die Einfuhr nach Hamburg:

1878	24138 Sack
1879	37402 „
1880	50326 „
1881	34879 „
und bis Juni 1882	6653 „

Zu letzter Zahl muß noch bemerkt werden, daß der Hauptimport vom Juni bis December ist.

Diese Köpfe und Rücken des Dorsches werden auf den Felsen durch die Luft ziemlich schnell getrocknet und dann gemahlen.

Anfänglich war das so erhaltene Fabrikat sehr grob und fand daher bei den Landwirthen auch nur langsam Eingang. Es war daher das eifrige Bemühen des Importeurs des Fischguano in Deutschland, Emil Meinert, den gerechten Forderungen des Landwirthes in Betreff der Feinheit des Fabrikates nachzukommen. Es ist ihm dies auch dadurch, daß die Zerkleinerungsmaschinen wesentlich verbessert wurden, allmählich in ziemlich befriedigendem Grade gelungen, so daß er 1869 berichten zu können glaubte, der Fischguano stehe in Betreff seiner Feinheit dem fein gedämpften Knochenmehle sehr nahe. Es war dies damals zwar etwas viel gesagt, da erst jetzt, wo die Fabrikation doch noch wesentlich verbessert ist, obiger Ausspruch mit Recht seine Richtigkeit hat.

Man begnügte sich, um die gewünschte Feinheit zu erhalten, daher nicht mehr mit der Trocknung an der Luft, sondern benutzte dann auch noch die Darre, um die Fischrester für die Mühlen scharf zu trocknen: die Massen wurden daher jetzt zunächst an der Luft — bis Juni — und dann auf der Darre getrocknet.

Um aber der Anforderung in Betreff der Feinheit immer mehr und mehr nachzukommen, zugleich aber auch um die Wirkung zu beschleunigen, wenden seit einigen Jahren mehrere Fabriken Dampf-Apparate an, um die getrocknete Rohwaare zu dämpfen und dann zu mahlen.

Die an der Luft getrockneten Köpfe ꝛc. werden in diesen Fabriken durch einen Dampfdruck von $^2/_3$ Atmosphären in liegenden Retorten — Digestoren — ausgekocht und gedarrt. Das Dämpfen bietet mehrfache Schwierigkeiten dar, welche erst durch den von M. Friedrich in Plagwitz bei Leipzig construirten liegenden Digestor überwunden sind. Dieser Apparat besteht aus einem inneren, durchlöcherten drehbaren und einem

äußeren festliegenden Cylinder. Der innere Cylinder wird mit der zu dämpfenden Masse gefüllt, und sobald in den äußeren Dampf eingetreten ist, in rotirende Bewegung versetzt. Hierdurch werden die Massen fortwährend umgerührt und bieten daher dem Dampfe immer neue Berührungsflächen. (Rümpler.) Nach dem Dämpfen wird die Masse, die hierdurch zugleich entfettet worden ist, auf die Darre gebracht und getrocknet, darauf auf großen Maschinen zerrissen und schließlich auf kleinen Mühlen fein gemahlen.

In Norwegen sind jetzt 13 größere Fabriken, davon
3 auf den Lofoten-Inseln
1 in Westfinmarken
2 „ Ostfinmarken
3 „ Christiansund
2 „ Aalesund
1 „ Drontheim und
1 „ Malde.

Das erste Fabriketablissement wurde in Norwegen von Hansen, Schübeler, Fröhlich, Broch und Heftye in's Leben gerufen.

Bei dem norwegischen Fischguano werden jetzt 8—10 % Stickstoff und 12—14 % Phosphorsäure, oder besser gesagt vom ersteren 8 % vom andern 12 % garantirt.

Der Fischguano hat je nach seiner Darstellungsart eine fast weiße bis braune Farbe: weiß, wenn er aus an der Luft getrockneten Köpfen 2c., braun, wenn er aus gedämpftem und gedarrtem Material dargestellt ist.

Die folgenden, im hiesigen Laboratorium ausgeführten Analysen mögen zur näheren Charakteristik des Fischguano dienen. Es sind Mittelzahlen von den in den Jahren 1878—1881 ausgeführten Untersuchungen.

	1878	1879	1880	1881
Wasser . . .	10,18	10,67	8,73	9,74
Org. Substanz	53,70	53,70	55,56	54,65
Asche	34,47	34,62	35,31	34,62
Sand . . .	1,65	1,00	0,40	1,00
	100,00	99,99	100,00	100,01
Phosphorsäure	13,62 %	13,75	13,90	13,27
Stickstoff . .	7,86 „	8,05	8,29	8,15
Niedrigster und höchster Gehalt an:				
Phosphorsäure	12,94—13,77	12,86—15,30	12,56—14,98	11,10—14,80
Stickstoff . .	6,92—8,80	7,38—8,58	7,64—8,75	7,61—8,72

Außer dem gedämpften Fischguano wurde im Jahre 1877 auch aufgeschlossener Fischguano nach Deutschland gebracht; leider ist derselbe aber bald wieder vom deutschen Markte verschwunden. Die Herstellung dieses Productes bietet nämlich

bedeutende Schwierigkeiten dar, welche seine Production wesentlich beschränken: es widerstehen die kleinen Körner dem Durchdringen der Säure, so daß eine gleichmäßige Mischung sehr schwer erzielt werden kann. Für dieses Product muß deshalb eine ganz andere Rohwaare geschaffen werden, als bis jetzt von fast allen Fabriken hergestellt wird. Zur Zeit giebt es nur eine Fabrik in Norwegen, deren Rohwaare sich zum Aufschließen eignet. Die Production derselben geht aber fast ausschließlich nach Schottland.

Die Zusammensetzung des aufgeschlossenen Fischguano zeigen die folgenden im hiesigen Laboratorium ausgeführten Analysen.

Wasser	13,26	15,35	18,25
Org. Substanz	54,90	53,34	81,75
Asche	30,70	30,61	
Sand	1,14	0,70	
	100,00	100,00	100,00
Gesammt-Phosphorsäure	11,00 %	11,45 %	
Lösliche-Phosphorsäure	7,48 „	7,28 „	8,58 %
Gesammt-Stickstoff	7,66 „	8,27 „	6,93 „
Stickstoff in Ammoniak-Form	2,46 „	2,21 „	2,38 „

b. Wallfischguano.

Außer den Abgängen des Kabeljau sind seit dem Jahre 1870 auch die des Wallfisches zur Fabrikation von Guano verwendet worden. Vom Wallfische wurden bis dahin nur der Theer — ca. 800 Ctr. von einem Thiere — und das Fischbein — mehrere Ctr. — genommen und der Rest dem Meere wieder zurückgegeben. Durch die Bemühungen von Emil Meinert entschloß sich der größte Wallfischfänger unserer Zeit — Capt. Svend Foyn, eine großartige Fabrik jenseits des Nordcap (an der norwegisch-russischen Grenze) anzulegen, um die verbleibenden Reste des Wallfisches der Landwirthschaft zugänglich zu machen. Da ein Wallfisch ca. 2300 Ctr. wiegt und Svend Foyn ca. 50 Thiere erlegen kann, so ist ersichtlich, daß durch die Verarbeitung der Abfälle des Wallfisches eine nicht unbedeutende Menge Guano producirt werden kann.

Der Werth des Wallfischfleisches und der Knochen für die Düngung geht aus den folgenden Analysen dieser Bestandtheile des Wallfisches von Stöckhardt hervor (p. 401).

Diese Zahlen zeigen, daß sowohl im Wallfischfleische als in den Knochen werthvolle Rohmaterialien für Stickstoff und Phosphorsäure enthalten sind.

	Rohes Fleisch	Völlig trocknes Fleisch	Entfettetes und völlig trocknes Fleisch	Knochen.
Wasser	44,05	—	—	3,84
Fett	22,81	40,70	—	1,34
Fleisch	32,10	57,44	96,80	34,60
Asche	1,04	1,86	3,20	60,22
	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	4,86 %	8,68 %	14,6 %	3,51 %
Phosphorsäure	?	?	?	23,66 „

Fleisch und Knochen des Wallfisches sind sehr fett- (thran-) reich, was der Fabrikation unerwartete Schwierigkeiten entgegensetzte, welche viel Opfer nach verschiedenen Richtungen hin verlangten. Bei dem für die Herstellung des Mehles nothwendigen Dämpfen wurde nicht nur Thran, sondern auch viel Leim gewonnen, welcher von dem ersteren zu trennen und dann zu verwerthen war.

Die 1871 angestellten Versuche schafften einen Leim der für Dünger- aber nicht für andere technische Zwecke verwendbar war. Dieser Leim enthielt 8,38 % Stickstoff und 3,2 % Phosphorsäure (Tharand) und wurde als Leimdüngemehl in den Handel gebracht.

Den Wallfischguano brachte Meinert 1871 mit einer Garantie von 6—7 % Stickstoff und 10—12 % Phosphorsäure in den Handel.

Die folgenden im Pommritzer Laboratorium ausgeführten Analysen, sollen zur Characteristik des im Jahre 1871 importirten Wallfischguano dienen.

Wasser	6,27	5,13	7,46	8,01	8,51	8,18
Org. Substanz	60,67	57,11	71,39	66,88	67,52	66,42
Asche	32,33	37,25	20,63	24,77	23,63	24,95
Sand	0,73	0,51	0,52	0,34	0,34	0,45
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Phosphorsäure	13,15	16,63	7,12	10,28	9,82	10,05
Stickstoff	5,17	5,62	8,18	8,26	7,82	7,49

In den letzten Jahren werden 2 Sorten Wallfischguano fabricirt, von welchen die eine unter dem Namen Wallfischguano mit einer Garantie von 7—8 % Stickstoff und 9—10 % Phosphorsäure und die andere unter dem Namen Wallfischknochen-Mehl unter der Garantie ca. 4 % Stickstoff und 21 % Phosphorsäure in den Handel gebracht wird. Die gesammte Production an Wallfischguano absorbirt jetzt die Provinz Sachsen.

Der unlösliche und daher langsam wirkende Stickstoff des Fischguanos läßt sich durch Fermentirung in hohem Grade löslicher und somit schneller wirkend machen. Nach Versuchen von A. Pagel werden durch Fermentirung mit Harn 40,4 bis 48,3 % Stickstoff löslich gemacht. Durchaus geboten bei der Fermentirung ist jedoch, wie dies bereits J. König und

J. Kiesow nachgewiesen haben, die Verwendung von Gyps, weil sonst ein nicht unwesentlicher Theil des Stickstoffs verloren geht.

Pagel bestimmt nach den von ihm angestellten Versuchen die zu verwendende Gypsmenge zu 10%, welche mit dem Fischguano und der Jauche innig zu mischen sind. Der Haufen wird dann noch mit Erde, resp. Gyps bedeckt. Die Zersetzung ist beendet, wenn der Haufen, der anfänglich sich auf mehr als 40° C. erwärmt, wieder abgekühlt ist, es dauert dies in der Regel 3—4 Wochen. Auf 100 Kilo Fischguano sind 60 Liter Jauche zu verwenden.

§ 225.

Die anderen Fischguanosorten.

Andere Fischguano-Fabriken sind in Portugal, Helgoland u. s. w., über deren Fabrikation größtentheils noch nichts Specielleres vorliegt. Die Characterisirung der Producte dieser Fabriken erfolgt durch die betreffenden Analysen auf den folgenden Tabellen. (p. 404 u. 405).

Bemerkt muß hier noch werden, daß eine große Anzahl von Fischguano-Analysen vorliegt, daß aber manche derselben, da sie nur den Namen Fischguano führen, nicht erkennen lassen, woher sie stammen. In der folgenden Tabelle sind nur solche Analysen aufgenommen, welche durch den Namen ihre Herkunft zeigen. Zugleich enthält diese Tabelle noch einige ältere Analysen des norwegischen Fischguano, und einige Analysen des früheren ostpreußischen Fischguano.

§ 226.

Wirkung und Anwendung des Fischguano.

Die Hauptwirkung der verschiedenen Fischguano beruht ebenfalls auf ihrem Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure. Der Stickstoff ist im Fischguano in Form von organischen Verbindungen — von Fischfleisch und Leim — welche daher erst der Zersetzung bedürfen, um in aufnehmbare Pflanzennahrung überzugehen. Diese Zersetzung erfolgt nur unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Wärme und Luft; sobald einer dieser Factoren fehlt oder nicht in genügender Menge vorhanden ist, kann auch die Bildung der aufnehmbaren Pflanzennahrung aus dem Fischguano nicht oder nicht in genügendem Grade stattfinden. Aus diesen Gründen ist der Fischguano nicht zu den schnellwirkenden Düngemitteln, in welchen Stickstoff und Phosphorsäure bereits in aufnehmbarem Zustande vorhanden sind, zu zählen, deshalb hat auch der Stickstoff in diesem Düngemittel nicht denselben Werth, wie in jenen, muß daher auch im Preise niedriger als in jenen stehen. Die Phosphorsäure ferner ist im Fischguano in derselben Form, wie im Knochenmehl, das ist als 3basisch phosphorsaurer Kalk, vorhanden, hat aber trotzdem einen etwas

höheren Werth, als in diesem, weil sie wegen des größeren Stickstoffgehaltes der Fischguano schneller löslich gemacht wird, als die des Knochenmehles. Es sei weiter noch hervorgehoben, daß sich die stickstoffhaltigen organischen Verbindungen des Fischguano unter günstigen Verhältnissen ziemlich schnell zersetzen, was vor allem bei den gedämpften mithin entfetteten Fabrikaten der Fall ist.

Trotz alledem bis jetzt zum Lobe des Fischguano Angeführten können wir doch nicht umhin, hier auszusprechen, daß der Fischguano seither etwas zu theuer ist, so daß er nicht so warm empfohlen werden kann, wie dies der Fall sein müßte, wenn der Preis ein etwas niedrigerer wäre. Rechnet man die Phosphorsäure des Fischguano etwas höher, als der Preis derselben im Knochenmehl ist, so bezahlt man den Stickstoff desselben theurer als im Chilisalpeter und fast so theuer als im schwefelsauren Ammoniak. Das Verhältniß zwischen Stickstoff und Phosphorsäure ist bei den meisten Fischguano-Fabrikaten zum Nachtheile der letzteren ein sehr ungünstiges, weshalb den betreffenden Fabrikanten sehr anzuraten ist, der Masse phosphorsäurereiche Dungstoffe zuzusetzen. Eine richtige Mischung des Wallfischguanos und des Wallfischknochenmehles würde z. B. ein in Betreff beider Nährstoffe durchaus empfehlenswerthes Düngemittel liefern.

Da aber bis jetzt die Fabriken kein Fabrikat herstellen, in welchem das Verhältnis zwischen Stickstoff und Phosphorsäure günstiger ist, so muß der Landwirth für die meisten Früchte mit dem Fischguano ein phosphorsäurereiches Düngemittel verwenden; am meisten ist wohl eine Mischung mit feinem Knochenmehl zu empfehlen.

Den Fischguano als Bedüngung zum Stallmist zu benutzen, wie dies Meinert vorschlägt, ist wenig vortheilhaft, da es dem Stallmiste weniger an Stickstoff als an Phosphorsäure fehlt.

Ebenso kann eine Vereinigung von Fischguano und Peruguano nicht als sehr empfehlenswerth hingestellt werden, da so 2 stickstoffreiche Düngemittel zusammen gebracht werden, denen es aber beiden für viele Früchte an der erforderlichen Menge der so wichtigen Phosphorsäure fehlt.

Der Fischguano eignet sich weniger für schwere, als für leichtere und leichte Böden und ist wohl stets für die Winterfrüchte sicherer, als für die Sommerfrüchte. Soll der Fischguano zu Winterfrüchten verwendet werden, so ist es am besten ihn auf die Stoppel zu streuen und durch den Pflug in den Boden zu bringen. Bei der Verwendung zu den Sommerfrüchten ist der Fischguano auf die rauhe Furche, resp. z. B. bei

Fischguano=

Name des Fischguanos.	Wasser.	Organische Substanz.	Stickstoff in derselben.	Phosphorsaure alkal. Erden.	Gesammt-phosphorsäure.	Lösliche Phosphorsäure.	Kohlensaurer Kalk.
Englischer Fischguano .	9,77	53,55	5,11	4,72	—	—	—
	12,15	55,27	6,29	6,44	—	—	—
Französischer Fischguano	1,00	80,00	12,00	14,10	—	—	0,06
Neufundländischer F.	12,99	61,53	8,18	7,50	3,12	—	2,10
	10,92	50,16	5,39	6,69	3,56	0,48	—
Granat=Guano . . .	—	69,21	11,00	5,26	2,49	—	6,32
mit Zusatz v. Knochenmehl	11,83	41,50	7,24	25,63	11,88	—	8,86[4])
Norwegischer Fischguano	18,44	70,30	10,38	4,61	3,89	0,87	—
	13,02	49,40	6,39	30,26	—	—	1,20
	10,54	50,92	8,01	34,44	16,19	—	1,43
	8,60	59,15	8,01	25,64	—	—	1,09
	12,30	53,70	8,15	30,50	—	—	—
Ostpreußischer Fischguano (hellere Sorte)	5,10	56,65	7,38	12,20	—	—	—
dito (dunklere Sorte)	6,22	48,03	6,61	33,80	—	—	5,37
	20,04	48,59	6,04	8,22	—	0,01	0,04
	9,65	78,52	8,70	—	4,95	—	—
Helgoländer Fischguano	7,90	42,70	6,37	29,50	—	—	13,60
Portugiesischer Fischg.	14,04	27,77	1,65	1,60	—	2,43	—

[1]) Vorherrschend Kochsalz.
[2]) An Phosphorsäure gebunden.
[3]) Mit 1,32 % KO.
[4]) Und 0,40 kohlens. Magnesia.

Analysen.

Schwefelsaurer Kalk.	Kali.	Natron.	Schwefelsäure.	Chlor.	Eisenoxyd.	Kieselsäure.	Sand.	Zahl der Analysen.	Namen der Analytiker.
1,63	26,49[1])				—	—	3,84	1	Anderson 1869.
1,71	22,29[1])				—	—	2,14	1	ders.
—	4,50				—	0,02	0,22	?	Payen, Malaguti und Moride.
2,62	0,37	1,15	2,75	1,08	0,50	—	7,46	1	A. Müller.
17,27	3,09				1,07[2])	—	10,01	1	Kraut.
—	5,30[3])				0,28	—	13,64	1	Wicke.
—	2,39				0,04	—	9,35	1	ders.
—	0,90	0,24	2,31	0,05	0,12	0,25	0,39	2	Arendt 1859.
—	5,89				—	—	0,23	1	Anderson 1861.
0,56	—	—	—	—	1,75	—	0,36	1	Hellriegel 1862.
—	5,57				—	—	0,43	1	E. Heiden 1862.
—	8,00				—	—	0,50	1	Stöckhardt 1860.
18,48	1,85				—	—	11,12	1	ders.
—	1,78				—	—	4,80	1	ders.
19,83	0,05				Spur	—	8,21	1	Hellriegel 1858.
—	—	—	—	—	—	—	1,28	1	E. Heiden 1865.
—	3,10				—	—	3,20	1	Stöckhardt 1864.
36,17	6,14				—	—	9,80	1	Anderson 1859.

Kartoffeln in die Dämme zu streuen und im ersten Falle mit Extirpator, Krümmer ꝛc. in den Boden zu schaffen.

Nachtrag.

Während die Peruguano der verschiedenen Fundorte, soweit sie nach Europa, speciell nach Deutschland, importirt wurden, bisher nur Spuren von Salpetersäure enthielten, so daß diese Säure bei der Analyse nicht bestimmt zu werden brauchte, zeigen die Importe von 1882 und 1883 eine größere Menge dieser Stickstoff-Verbindung. Da nun die Salpetersäure als eine vorzügliche Quelle für den Stickstoffbedarf der Pflanzen erkannt ist, so ist auch das Verlangen der Herren Importeurs, den Salpetersäure-Stickstoff bei der Analyse zu berücksichtigen, vollkommen berechtigt. Bei der gewöhnlichen Stickstoffbestimmung, Verbrennung mit Natronkalk, wird der in der Salpetersäure enthaltene Stickstoff entweder gar nicht oder nur theilweise erhalten. Es sind daher bei der Bestimmung des Gesammtstickstoffs im Peruguano Methoden in Anwendung zu bringen, welche den Salpetersäure-Stickstoff ebenfalls mit sicher erkennen lassen.

Die von Ruffle und vor allem die von J. König vorgeschlagenen Methoden sind als für diesen Zweck geeignet zu bezeichnen.

Der Gehalt an Salpetersäure beträgt 0,8 bis 1,5%, ja noch über 1,5%

Kapitel II.

Die phosphorsäurereichen Dungstoffe.

§ 227.

I. Nothwendigkeit der Zufuhr der Phosphorsäure zum Boden.

Der große Verbrauch von Phosphorsäure durch die Culturpflanzen, sowie das verhältnißmäßig geringe Vorkommen der Phosphorsäure in der Ackererde, ist im I. Bde. dargelegt worden, so daß hieraus ohne Weiteres die Nothwendigkeit der Zufuhr derselben hervorgeht. Dennoch halten wir es bei der hohen Wichtigkeit der Frage für geboten, hier noch die folgenden Beweise anzuführen.

Der beste, ja einzig sichere Weg, die allmähliche Verarmung der Felder an Phosphorsäure, wenn keine Zufuhr von außen her geschieht, zu beweisen, ist die Vergleichung der jährlich von einem Gute exportirten mit der von demselben importirten Phosphorsäure. Aus diesem Grunde werde ich hier eine derartige Rechnung bei einigen Gütern, von welchen genaue Angaben über die Aus- und Einfuhr bekannt sind, vornehmen,

Da Crusius der erste war, welcher mit einer solchen Rechnung hervortrat, und dadurch den Beweis der allmähligen Verarmung der Güter an Phosphorsäure antrat, so beginne ich auch hier mit der Arbeit von Crusius.

1. Die Rechnung von Crusius.

Das Gut besteht aus 670 sächsischen Ackern Feld und 120 sächsischen Ackern guten Wiesen. Der Boden ist ein fruchtbarer Lehmboden, welcher durch Kiesunterlage meistens natürlich drainirt ist; wo dies die Natur nicht gethan hat, ist durch Kunst nachgeholfen. Das Ackerland wird in 16 Schlägen nach folgender Fruchtfolge bewirthschaftet: 1) Raps, 2) Weizen, 3) Erbsen, 4) Roggen, 5) Kartoffeln, 6) Gerste, 7) Klee, 8) Roggen,

9) Hafer, 10) Rüben, 11) Roggen, 12) Gerste, 13) Klee, 14) Roggen, 15) Hafer und 16) Weißklee. Gedüngt wurde, mit Ausnahme geringer nicht in Betracht kommender Mengen künstlicher Dungstoffe, nur mit Stalldung, und zwar während der Rotation 4 Mal mit 80—95 Fudern à 15 Centnern. Diese Rotation ist bis zum Jahre 1860 zweimal regelmäßig auf jedem Schlage durchgeführt worden; in diesem Zeitraum sind die genauesten Aufzeichnungen über Ein- und Ausfuhr der Producte des Gutes gemacht worden.

Bei Zusammenstellung der Ernteergebnisse von 5 zu 5 Jahren zeigte sich zunächst, daß die Ernten zwar zugenommen hatten, aber nicht Körner und Stroh in demselben Verhältnisse, sondern dieses in wesentlich höherem Maße als jene. Um dies durch einige Zahlen zu belegen, wähle ich den Roggen. Es waren geerntet:

	Schock-Garben:	100 Schock Garben gaben gedroschene Scheffel:
1826—30	4250	= 166
1831—35	5379	= 170
1836—40	5363	= 154
1841—45	6857	= 140
1846—50	8417	= 156
1851—55	7082	= 121
1856—60	7881	= 125

In den letzten 16 Jahren von 1845—60 berechnet sich die Ausfuhr an Phosphorsäure, wobei ich die einzelnen Details übergehe, zu 985,67 Ctr.; eingeführt wurden in dieser Zeit 408,33 Centner, somit waren 577,34 Ctr. mehr aus- als eingeführt, die Felder also um diese ärmer geworden.

Gegen diese Berechnung sind von mehreren Seiten Bedenken erhoben und Einwände gemacht worden, jedoch sind alle diese für das Haupt-Resultat, daß nämlich die Felder an Phosphorsäure ärmer geworden sind, was sich in seinen Folgen durch strohreichere und körnerärmere Ernten gezeigt hat, entschieden unwesentlich, dieses bleibt trotz alledem als unumstößlich stehen.*)

2. Als ein weiteres Beispiel einer derartigen Rechnung führe ich die Domäne Waldau an.

Ueber die Domäne Waldau liegen mir für drei Jahre die genauen Angaben über Aus- und Einfuhr vor; die Berechnung, wie die näheren Angaben zeigen werden, weist hier bei der Phosphorsäure ein Mehr der Ein-, gegenüber der Ausfuhr nach, was sich durch die außerordentlich günstigen Wiesenverhältnisse des Gutes erklärt.

*) Siehe: Die Phosphorsäure in ihrer Beziehung zur Landwirthschaft, vom Verfasser.

Die Gesammtfläche der Domaine besteht aus 2119 Morgen, von denen 1029⁸/₉ Morgen Ackerland, 772⁵/₈ Wiesen, 112²/₃ Weiden und der Rest Gärten, Gewässer, Baustellen, Forst u. s. w. sind. Der Boden besteht meist aus sandigem Lehm oder lehmigem Sand, nur hier und da finden sich schwerere oder leichtere Bodenarten; tiefer gelegene Bodenarten weisen auch Humusboden auf. Der Untergrund ist zwar zum größten Theile durchlassend, auf einzelnen Flächen aber der Drainage bedürftig, welche bis jetzt auf ca. 80 Morgen ausgeführt ist. Das Ackerland wird in zwei Rotationen, welche die Namen Haupt- und Schäferei-Rotationen führen, bewirthschaftet, der erstere umfaßt 794 Mrg., der andere 125 Mrg. Die Fruchtfolge der Haupt-Rotationen ist bereits pag. 172 angeführt; die der Schäferei-Rotationen ist: 1) Kartoffeln (gedüngt), 2) Sommerung mit Klee und Gras, 3) Weide, 4) Weide und Johannisbrache, 5) Roggen (gedüngt), 6) Hülsenfrüchte, 7) Roggen mit Klee und Gras (gedüngt), 8) Weide.

Die von mir ausgeführte Rechnung über die Aus- und Einfuhr der Phosphorsäure ergiebt für die Jahre 1860/61, 1861/62 und 1862/63 die folgenden Zahlen:

Bemerkt zu denselben muß noch werden, daß 1860/61 70 Ctr. Peruguano und 20 Ctr. Knochenmehl und 1861/62 90 Ctr. Peruguano und 42 Ctr. Knochenmehl außer den gekauften Futterstoffen eingeführt sind.

	1860/61 ℔	1861/62 ℔	1862/63 ℔
I. Ausfuhr.			
1. Durch den Pflanzenbau	1040,0	1176,1	796,5
2. Durch die Thierzucht:			
a. durch den Verkauf von Thieren .	132,0	287,0	790,0
b. durch den Verkauf von Milch .	87,4	115,0	136,6
c. durch den Verkauf von Wolle .	0,7	0,8	0,8
Summa der Ausfuhr:	1265,1	1579,4	1723,9
II. Einfuhr.			
1. Durch den Kauf von Futterstoffen .	897,9	463,3	468,4
2. Durch das Wiesenheu	2685,0	2756,6	1790,0
3. Durch Dungstoffe	1405,0	2181,0	
Summa der Einfuhr:	4987,9	5400,9	2258,4
Die Einfuhr übertrifft somit die Ausfuhr um	3722,8	3821,5	534,5

In Waldau findet also jährlich eine Bereicherung des Gutes an Phosphorsäure statt, welche vor allem in den so äußerst günstigen Wiesenverhältnissen des Gutes und dann in den beiden ersten Jahren auch in dem nicht unbedeutenden Kauf von Guano und Knochenmehl ihre Erklärung findet. Im letzten Jahre, in welchem keine Dungstoffe eingeführt worden sind, würde bei Verminderung des Ertrages der Wiesen um ¹/₃ schon ein Minus eingetreten sein.

Endlich führe ich die Resultate einiger anderer bekannt gewordener Rechnungen hier nur noch ganz kurz an.

3. Domaine Proskau.

Das Gut hat 3058⁵/₆ Morgen Acker der verschiedensten Beschaffenheit, welche in 9 Rotationen bewirthschaftet werden und 407⁷/₉ Morgen Wiesen, besitzt eine Brennerei, in welcher jährlich 16,000 Scheffel Kartoffeln verarbeitet werden und eine Brauerei, welche jährlich 950 Tonnen einfaches und 380 Tonnen Lagerbier liefert. Sie verkauft ferner 3823 Ctr. Zuckerrüben, 666 Ctr. Raps ꝛc. und führt dafür Preßlinge, Melasse, Rapskuchen, Gerste, Guano, Knochenmehl u. s. w. ein.

Nach der Berechnung von Krocker beträgt nach 10jährigem Durchschnitt

die Ausfuhr an Phosphorsäure .	4320 ℔
die Einfuhr von den Wiesen . .	2385 „
somit also mehr ausgeführt:	1935 „
hierzu kommen dann	7254 „
welche in Form der oben genannten Futter- und Dungstoffe eingeführt werden, mithin werden	5319 „

mehr ein- als ausgeführt.

Ohne die Einfuhr von Futter- und Dungstoffen würde somit der Morgen jährlich um 0,63 ℔ verarmen; mit Hülfe derselben tritt dagegen für den Morgen eine Bereicherung um 1,74 ℔ ein.

4. Berechnung der Ein- und Ausfuhr eines anerkannt ausgezeichnet bewirthschafteten Gutes in Hannover, von Rautenberg.

Das Verhältniß der Größe von Ackerland zu Wiesen und Anger ist auf diesem Gute = 27 : 5 : 7; der Boden des Ackerlandes ist ein leichter Lehmboden mit Lehmuntergrund und durchlassend, der der Wiesen Thon mit Thonuntergrund, meistentheils der Ueberschwemmung ausgesetzt, und der der Anger kalkhaltiger Lehmboden. Die der Rechnung zu Grunde gelegten Zahlen über die Ein- und Ausfuhr der einzelnen Stoffe sind nach 6jährigem Durchschnitt gezogen.

Rautenberg berechnet die Phosphorsäuremenge der Ausfuhr jährlich zu 4398 ℔ und die der Einfuhr zu 5099 ℔, somit hat das Gut eine Bereicherung an Phosphorsäure jährlich von 701 ℔. Von den 5099 ℔ Phosphorsäure der Einfuhr liefern indeß die Wiesen nur 3781 ℔, das Uebrige erhält dasselbe in Form von Futter- und Dungstoffen, ohne diese würde es also jährlich um 617 ℔ an Phosphorsäure verarmen.

Diese wenigen Rechnungen über Aus- und Einfuhr der Phosphorsäure glaube ich, werden genügen, um die Behauptung,

daß ein Gut, wenn ihm nicht sehr günstige Wiesenverhältnisse (natürlich solche, die wegen ihrer Lage und Beschaffenheit der Düngung nicht bedürfen) zur Seite stehen, allmählig an Phosphorsäure ärmer werden muß, und daß dieser Verarmung nur durch den Kauf von Futter- und phosphorsäurereichen Dungstoffen, und zwar vor allem durch letztere, entgegen getreten werden kann.

Die Nothwendigkeit des Ersatzes der Phosphorsäure stellt sich also als zweifellos hin und da der Ersatz nicht nur der späteren, sondern auch der jetzigen Generation Vortheile bringt, so können wir solchen auch von dem Landwirth der Jetztzeit fordern: die Anwendung phosphorsäurereicher Stoffe ist für ihn nicht eine theoretisch-kosmopolitische, sondern eine rein practische, finanzielle Frage der Gegenwart und der eigenen Existenz.

Der Ersatz der Phosphorsäure kann, wie schon erwähnt, durch Futter- und Dungstoffe erfolgen. Wie der Ersatz durch diese beiden Mittel zu bewerkstelligen, ist allgemein nicht zu beantworten; die richtige Entscheidung hierüber läßt sich nur, gestützt auf die Erfahrungen, welche sich durch Anwendung von Dung- und Futterstoffen herausgestellt haben, unter Kenntniß der jeweiligen Verhältnisse des Gutes und der Preise der Futter- und Dungstoffe, sowie der Transportkosten der letzteren zum Gute treffen.

Wir haben nun hier diejenigen Dungstoffe, welche als phosphorsäurereiche bekannt geworden sind, in ihrem Vorkommen, ihrer Beschaffenheit und der Art ihrer Anwendung zu betrachten.

II. Vorkommen der Phosphorsäure in der Natur.

§ 228.

Im I. Bde. p. 508—517 ist bereits das Vorkommen der Phosphorsäure im Allgemeinen besprochen worden; sie ist enthalten:

1) im Apatit (Phosphorit),
2) in den Coprolithen und Osteolithen,

3) in den Guanosorten,
4) in den Knochen und
5) in einer Anzahl seltener Mineralien.

Soweit das Specielle des Vorkommens im I. Bde. noch nicht angegeben ist, haben wir es hier nachzuholen.

1. Apatit.*)

Die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Apatits, resp. Phosphorits sind bereits im I. Bd. p. 508—513 beschrieben. Ueber das Vorkommen desselben in größeren Lagern, so daß er bergmännisch gewonnen und so der Landwirthschaft nutzbar gemacht werden kann, ist noch Folgendes anzuführen.

a) Norwegen und Schweden:

In Norwegen kommt bei Krageroe ein größeres Lager von Apatit vor; ferner wird derselbe bei Snarum und Arendal gefunden (hier der spangrüne gefärbte, Moroxit genannte, Apatit).

Dieser Apatit, Chlorapatit, wird an der Ostseite des Langesunds in der Gegend von Bemble gefunden und über die Häfen Brevingstranden und Langesund verschifft.

Nach Analysen, welche im Laboratorium von E. Güssefeld gemacht sind, ist die Zusammensetzung dieses Apatits wie folgt:

	Import von 1880:	Import von 1881:
Wasser	0,82	0,10
Eisenoxyd	0,90	0,88
Kalkerde	51,02	54,56
Magnesia	0,80	0,10
Phosphorsäure	38,02	40,47
Schwefelsäure	0,10	—
Kohlensäure	—	0,20
Kieselsäure	5,00	1,54
Chlor	4,17	2,92
	100,33	100,27
Sauerstoff ab für Chlor	0,94	0,66
	99,39	99,61

*) Herr Emil Güssefeld in Hamburg, der große Importeur von Rohmaterialien für die Superphosphat-Fabrikation, hat die große Güte gehabt, mir ein sehr reiches Material an Notizen und Analysen über nicht deutsche Phosphate und stickstoffarme Guano zur Verfügung zu stellen. Ich kann nicht umhin, demselben hierfür auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Die Umrechnung auf die wahrscheinlichen Verbindungen ergiebt:

	Import von 1880:	Import von 1881:
Wasser	0,32	0,10
Eisenoxyd	0,90	0,38
Phosphorsaure Kalkerde	80,93	88,09
Schwefelsaure Kalkerde	0,17	—
Kohlensaure Kalkerde	—	0,45
Chlorcalcium	6,52	4,57
Phosphorsaure Magnesia	1,75	0,22
Kalkerde als Silicat	3,80	4,26
Kieselsäure	5,00	1,54
	99,39	99,61

Es mag hierbei bemerkt sein, daß directe Fluorbestimmungen von Penfield ergeben haben, daß der bei der Umrechnung verbleibende Kalkerde-Rest nicht auf Fluorcalcium zu verrechnen ist, da Fluor entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen vorhanden ist; die verbleibende Kalkerde ist als an Kieselsäure gebunden anzunehmen.

Diese Analysen bekunden den hohen Werth des norwegischen Apatits als Rohmaterial für die Superphosphatfabrikation.

b) Spanien.

Logrosan bei Truxillo in Estramadura. Der spanische Apatit führt den Namen Phosphorit, weil er gepulvert auf erhitztes Eisenblech gelegt, phosphorescirt. Er ist von faseriger Structur, hellgelber Farbe und bedeutender Härte. Dieser Phosphorit ist vor allem durch kieselsäure Verbindungen verunreinigt; er kommt im Thonschiefer in unmittelbarer Nähe von Granit vor und bildet ein sehr mächtiges Lager, welches entweder offen zu Tage tritt oder nur von Dammerde bedeckt und zwei englische Meilen weit zu verfolgen ist; die Tiefe des Lagers ist noch nicht genau erforscht.

Leider hat dies mächtige Lager, das den besten spanischen Phosphorit liefert, wegen Differenzen zwischen den Eigenthümern seit lange dem Exporte nichts geliefert, obgleich gebrochene Waare transportfähig vorliegt. Der Transport ist ferner sehr schwierig und daher theuer.

Dies Lager wurde im Jahre 1843 von Daubeny untersucht; in England sind mit diesem Phosphate mehrfach Versuche angestellt worden.

1865 wurde von R. de Luma bei Montachez, 8 Lieues von Logrosan und 6 Lieues von Cáceres, in unmittelbarer Nähe der aus Estremadura nach Portugal führenden Eisenbahn ein neues großes Phosphoritlager entdeckt.

De Luma giebt die Zusammensetzung dieses Phosphorits, wie folgt an:

Wasser	2,40
Phosphorsaurer Kalk	85,03
Kohlensaurer Kalk	10,35
Eisenoxyd u. s. w. und Verlust	2,22
	100,00

Zur weiteren Characteristik mögen die Analysen von Niederstedt, Egozcue und Mallada und die von A. Völker dienen.

Niederstedt hat 1873 4 Proben aus 4 Schiffsladungen untersucht; er giebt an, daß dieselben von Logrosan stammen; aus den mir durch die Güte des Herrn Emil Güssefeld gewordenen Angaben im Verein mit den Bemerkungen von B. Niederstedt glaube ich indeß annehmen zu sollen, daß dieselben von Caceres herrühren. Das Mineral kommt als faustgroße knollige Stücke von steinartiger Härte und gelbrother Farbe in den Handel.

Die Analysen von Niederstedt ergeben die folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	0,250	0,175	0,790	0,721
Eisenoxyd	0,621	0,528	0,453	0,910
Mangan	Spur	—	—	—
Thonerde	0,165	0,985	0,405	0,427
Phosphorsaurer Kalk	54,691	62,352	57,369	59,594
Phosphorsaure Magnesia	7,010	1,605	0,708	3,977
Kohlensaurer Kalk	8,065	13,688	7,385	13,327
Schwefelsaurer Kalk	1,200	2,440	1,599	0,858
Fluorcalcium	1,520	1,204	1,822	0,983
Kieselsäure	25,720	16,412	29,428	19,164
	99,242	99,389	99,959	99,961
Phosphorsäure	28,850%	29,679%	26,663%	29,455%

Dieses Mineral hat hiernach über 26 bis fast 30% Phosphorsäure, ist mithin ärmer an Phosphorsäure, als der norwegische Apatit, enthält ferner eine nicht unbedeutende Menge von kohlensaurem Kalk — 8 bis mehr als 13% — wodurch die zum Aufschließen erforderliche Menge Schwefelsäure vermehrt wird, dann bedeutende Menge von Quarz und außerdem noch Fluorcalcium, wenn auch nicht in wesentlichen Mengen.

Es steht demnach im Werthe dem norwegischen Apatite wesentlich nach.

Bei Gelegenheit der geologischen Aufnahme der Provinz Cáceres hat im Auftrage der Commission für die geologische Karte von Spanien eine gründliche Untersuchung der dortigen Phosphoritlager von Egozcue und Mallada stattgefunden. Die hauptsächlichsten Resultate dieser Untersuchung sind in den 2 folgenden Tabellen zusammengestellt. (p. 418 u. 419)

1. Apatit in Krystallen.
2. Krystallinischer Apatit; umfaßt alle reineren Varietäten und ist häufig in Granit eingelagert.
3. Strahliger und faseriger Phosphorit mit meist fächerförmiger Textur, von dem sich wieder zwei Unterabtheilungen unterscheiden lassen.

a. Strahlig-krystallinischer Phosphorit mit hellerem Seiden- und Perlmutterglanz, bildet den Uebergang zu Apatit.
b. Erdig-faseriger Phosphorit hauptsächlich im Schiefer vorkommend.

4. Schaliger oder blättriger Phosphorit, graublau bis honiggelb mit Perlmutterglanz; oft auch erdig.
5. Erdiger Phosphorit, granulirt bis pulverig.

Völcker beschreibt den spanischen Apatit wie folgt: Das Mineral besteht aus Fluorapatit von hellgelber bis weißer Farbe und faserig-kristallinischer Structur, ist gewöhnlich mit einer ziemlichen Menge von Quarz und öfters auch mit einer geringen Menge von kohlensaurem Kalk gemengt. Von 4 guten Proben enthielten:

	Cáceres		Montanchez	
	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
Wasser	0,21	0,24	0,16	0,18
Kalk	51,65	46,55	51,77	52,66
[1]) Phosphorsäure	38,85	34,89	39,09	39,46
Fluor, Kohlensäure und ein wenig Eisenoxyd und Thonerde	2,61	2,91	3,02	4,95
Unlösliche Kieselsubstanz (Quarz)	6,68	15,41	5,96	2,75
	100,00	100,00	100,00	100,00
[1]) Gleich dreibasisch phosphors. Kalk	84,33	76,17	85,33	86,14

Völcker bemerkt hierbei zugleich, daß sich aber der Durchschnittsgehalt ganzer Ladungen meistens nicht so hoch stellt; bei den besten schon selten höher als 70—72% und bei der Mehrzahl auf 60—65% dreibasisch phosphorsauren Kalk und giebt dann die folgende speciellere Analyse:

Wasser	3,59
Eisenoxyd	2,59
Thonerde	0,89
Kalk	47,16
Magnesia	Spuren
[1]) Phosphorsäure	33,38
[2]) Kohlensäure	4,10
Schwefelsäure	0,57
Fluor und Verlust	4,01
Unlösliche Kieselsubstanz	3,71
	100,00
[1]) Gleich dreibasisch phosphorsaurem Kalk	72,87
[2]) Gleich kohlensaurem Kalk	9,31

Dieser Phosphorit ist durch den geringen Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde besonders werthvoll.

Die angeführten Analysen genügen vollständig zur Characteristik des spanischen Phosphorits.

Dieser Phosphorit ist somit noch reicher an Phosphorsäure, als der von Logrosan.

c) Der Phosphorit von Hörde in Westphalen.

Ueber denselben theilt die Direction des Hörder Bergwerks- und Hüttenvereins Folgendes mit: Er stellt eine sehr harte, schwarze Schiefermasse dar, tritt als unmittelbar Hangendes eines Kohleneisensteins- (Blackband) Flötzes auf, welches er so constant begleitet, daß er für dessen Erkennung als characteristisches Merkmal gelten kann. Er bildet einen integrirenden Bestandtheil dieses Flötzes, welches außer diesen Packen phosphorhaltigen Schiefers, der in der Regel 2, 2½ bis 3 Zoll mächtig ist, aus 16, 18 bis 20 Zoll derben Blackbandes, aus 4, 5 bis 6 Zoll Schieferthon und 4, 5 bis 6 Zoll Steinkohlen in der hier angenommenen Reihenfolge vom Hangenden zum Liegenden besteht und demnach eine Gesammtmächtigkeit von 28 bis 30 Zoll besitzt, wobei in der Regel das Bergmittel und die Steinkohlen die geringste Mächtigkeit zeigen, während Blackband und phosphorhaltige Schieferpacken bis zu den höchsten der genannten Zahlen sich ermächtigt haben. In dieser Beschaffenheit ist das Flötz auf eine Erstreckung von ungefähr 1½ preuß. Meilen vollständig durch Grubenbau u. s. w. aufgeschlossen und durch einen Tiefbau in einer Tiefe von beinahe 50 pr. Lachtern bloß gelegt; dieser Tiefbau wird künftig bis zu einer Tiefe von 250—300 Lachtern fortgesetzt. Die Lagerungsverhältnisse sind innerhalb der ganzen vorhererwähnten Erstreckung von seltener Regelmäßigkeit.

Ueber diese Erstreckung hinaus beginnt nach Osten und Westen eine eigenthümliche Verwandlung des Flötzes, indem Eisenstein und phosphorhaltiger Schiefer mehr und mehr bis zum gänzlichen Verschwinden beider sich verschmälern und die Kohle in ihrer Mächtigkeit zunimmt. Die Gewinnung des phosphorhaltigen Schiefers ist wegen anderer glücklicher Verhältnisse eine außerordentlich billige; unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen mag sie höchstens $1^2/_3$—$2^1/_4$ Sgr. pro Scheffel (2 Zollcentner) betragen.

Der Phosphorit enthält außer dem phosphorsauren Kalke noch eine bedeutende Menge Eisenoxyd und Eisenoxydul, was sich aus seinen Lagerungsverhältnissen leicht erklärt, und Silicate.

Da der Gehalt an Phosphorsäure im Vergleich zu den anderen Phosphaten nicht groß (19,5—21%), dagegen der an Eisenoxydul (bis 19%), Eisenoxyd und Thonerde sehr bedeutend, so ist der Phosphorit von Hörde nicht als ein brauchbares Rohmaterial für die Superphosphatfabrikation zu bezeichnen; er wird daher, soweit mir bekannt, in neuerer Zeit nicht mehr gefördert.

d) Im Siebengebirge bei Honnef:

In der Nähe von Bonn; der Phosphorit wird hier in dem Trachytconglomerat am Schwarzerdekopf gefunden.

e) Bei Amberg in Baiern:

Der hier gefundene Phosphorit (Osteolith nach Schröder) kommt im Jurakalk des Erzberges vor, ist weiß, hier und da rothbraun gefärbt, leicht zerreiblich, riecht angefeuchtet nach Thon und hängt stark an der Zunge.

Das Lager ist ein bedeutendes und ist schon seit mehreren Jahren durch Professor Martius in Erlangen bergmännisch ausgebeutet und so der Landwirthschaft nutzbar gemacht worden.

f) Osteolith von Hanau:

Mit diesem Namen bezeichnet Bromeis ein von Rößler und Theobald entdecktes, weißes, kreideartiges Mineral, welches zwischen Ostheim und Eichen unweit Hanau als 4—6 Zoll mächtiges Lager von nicht unbedeutender Ausdehnung, wenige Fuß unter der Ackerkrume, in einem zersetzten Dolerit vorkommt.

g) Hannover und Braunschweig:

Im südlichen Theile von Hannover, sowie im angrenzenden Braunschweig sind in der Nähe von Peine, namentlich in den Feldmarken von Adenstedt, Bülten, Bodenstedt und Barbecker reichhaltige Lager von phosphorsäurereichen Mineralien durch den Bergcommissair Retschy aufgefunden worden. Diese Mineralien sind Concretionen noch unbekannter Abstammung. Das Lager erstreckt sich stundenweit und ist an einzelnen Stellen 1—2′ unter der Oberfläche beginnend und 30′ mächtig gefunden worden.

Nach Mittheilung der hannöver'schen Landwirthschafts-Gesellschaft sind diese Mineralien folgendermaßen (Tabelle p. 418) zusammengesetzt.

h) Phosphorit von Nassau: *)

Seit 1850 waren bereits an mehreren Stellen in Nassau Phosphorite gefunden worden, ohne daß man eine große Ver-

*) Ueber diesen Phosphorit verdanke ich Herrn Dr. L. Brunner sehr werthvolle Angaben, wofür ich demselben auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche.

	Hannover.				Braunschweig.	
	in großen Mengen vorkommend:		vereinzelt gefunden:			
	von Adenstedt	von Bülten	von Adenstedt	von Bülten	von Bodenstedt	von Barbecker
Kohlensaurer Kalk . . .	15,54	14,35	14,89	13,86	11,66	13,55
Phosphorsäure an Eisenoxyd, Eisenoxydul und Thonerde gebunden . .	10,34	13,17	5,55	5,55	6,72	4,01
Phosphorsäure an Kalkerde und Magnesia gebunden	16,76	12,93	24,57	25,60	24,91	25,07
Gesammtmenge der Phosphorsäure	27,11	26,10	30,12	31,15	31,62	29,08

Varietät:	I Apatit-Krystall	II Krystallin. Apatit	IIIa Strahlig krystallin. Phosphorit			
Herkunft:	Aus dem Granit		Aus dem Granit			
Laufende Nummer:	1	2	1	2	3	4
Hygroscopisches Wasser	—	—	—	—	0,250	0,250
Eisenoxyd	—	1,150	0,820	0,200	1,100	0,400
Thonerde	—	1,300	—	—	Spuren	—
Mangansuperoxyd . .	—	0,395	0,395	0,300	Spuren	0,373
Dreibasisch-phosphorsaurer Kalk	93,820	89,678	78,000	87,276	78,156	76,898
Kohlensaurer Kalk . .	—	—	6,818	8,409	11,296	9,545
Schwefelsaurer Kalk . .	—	—	0,204	Spuren	0,918	Spuren
Fluorcalcium	5,442	5,383	7,580	1,620	2,180	2,192
Chlorcalcium	0,309	—	0,471	Spuren	0,157	0,125
Kieselsäure	0,300	1,900	5,700	2,000	5,600	10,000
Verlust	0,129	0,194	0,512	0,195	0,343	0,217
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

breitung derselben kannte, bis 1864 der Grubenbesitzer Victor Meyer bei Schurfversuchen auf Braunstein ein mächtiges und reiches Lager in der Nähe des Dorfes Staffel bei Limburg an der Lahn entdeckte.

Die ersten Analysen von diesem Lager, welche einen Gehalt von 68 und 67 % dreibasisch phosphorsaurem Kalk nachwiesen, sind von Mohr und R. Fresenius ausgeführt.

Nachdem einmal die Wichtigkeit dieses Fundes erkannt war und die Aufschlußarbeiten bei Staffel ein überaus günstiges Resultat ergeben hatten, wurde überaus eifrig nach Phosphorit mit zum Theil sehr günstigem Erfolge gesucht. Bereits im Laufe des nächsten Jahres bestand eine Reihe von Gesellschaften, deren Zweck die Ausbeutung des Phosphoritvorkommens an der Lahn war.

Unerwähnt mag hier nicht bleiben, daß der Phosphorit nicht zum Bergregal gehört, mithin der Grundbesitzer, in oder auf dessen Eigenthum derselbe gefunden wird, das Recht der Gewinnung, ohne irgend welche Bergabgabe hat. Da nun in Nassau der Grundbesitz ganz außerordentlich zerstückelt ist, so war es sowohl für einzelne Unternehmer als auch für

IIIb Erdig faseriger Phosphorit				IV Schaliger Phosphorit	V Erdiger Phosphorit.		
Aus den Schiefern			Aus dem Kalk	Aus dem Kalk	Aus dem Kalk.		
1	2	3	4	1	1	2	3
2,300	0,150	—	0,050	0,850	0,100	0,900	0,300
1,800	0,840	0,620	0,500	0,080	0,430	0,900	0,310
Spuren	—	Spuren	—	—	Spuren	—	—
0,356	Spuren	Spuren	Spuren	—	Spuren	Spuren	Spuren
87,320	87,211	86,691	74,401	80,771	84,040	79,461	40,780
—	1,159	—	20,454	17,000	—	13,636	3,182
Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	—
6,158	8,000	6,521	3,079	1,026	5,049	4,530	2,514
—	—	Spuren	—	Spuren	Spuren	0,047	Spuren
1,800	2,000	5,800	1,100	0,100	10,000	0,200	52,650
0,266	0,640	0,368	0,416	0,173	0,381	0,326	0,264
100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

	Varietät	Herkunft	Laufende Nummer	dreibasisch phosphorsaurer Kalk
I	Apatit-Krystall	Aus dem Granit	—	—
II	Krystallin. Apatit	desgl.	3	69,574
			4	65,752
			5	73,953
			6	63,034
III a	Strahlig krystallinischer Phosphorit	Aus dem Granit	2a	80,636
			5	74,833
			6	61,480
			7	64,154
III b	Erdig faseriger Phosphorit	Aus den Schiefern	3a	77,060
		Aus dem Kalk	4a	77,073
			4b	67,477
			3	62,595
			6	81,339
			7	55,688
		Aus dem Granit	8	72,617
			9	64,115
IV	Schaliger Phosphorit	Aus dem Kalk	—	—
V	Erdiger Phosphorit	Aus den Schiefern	4	70,836
			5	82,419

größere Gesellschaften mit Schwierigkeiten verknüpft, sich einen größeren Landcomplex durch Verträge zum Zwecke des Suchens nach Phosphorit zu sichern. Es war daher die nächste Aufgabe nicht viel Phosphorit zu gewinnen, sondern so viel Verträge als möglich mit den Grundbesitzern abzuschließen, daher weisen auch erst die folgenden Jahre größere Ziffern der Production auf.

Das eifrige Suchen nach Phosphorit in den ersten Jahren nach seiner Entdeckung hat bereits die Grenzen des Vorkommens desselben wenigstens bis zum heutigen Tage festgestellt, wenngleich nicht behauptet werden soll, daß über diese Grenze hinaus kein Phosphorit mehr vorkäme.

Das Verbreitungsgebiet des Phosphorits sind die Vorterrassen des Taunus- und Westerwaldgebirges auf beiden Ufern des Lahn- und Dillflusses und hier diejenigen Stellen, in welchen der Korallenkalk, auch Stringocephalen- oder Eifelkalk genannt, mit einem eigenthümlichen mitteldevonischen Gestein, dem „Schalstein“, abwechselt.

Während sich im Laufe der Jahre die im Gebiete des Dillflusses im Amte Dillenburg und Herborn in Betrieb ge-

nommenen Phosphoritgruben nicht so reichhaltig erwiesen haben, daß sie einen lohnenden Abbau gestatteten, haben die im Lahngebiete im Amt Limburg, Weilburg und Kreis Wetzlar belegenen immerfort an Ausdehnung zugenommen. Es hat sich hierbei gezeigt, daß die längst bestehende Ansicht, Schalstein und Korallenkalk seien die steten Begleiter des Phosphorits im Allgemeinen Geltung behalten hat; ausnahmsweise jedoch ist auch Phosphorit gefunden worden, wo diese beiden Gesteine fehlten und zwar in Begleitung von Porphyr und Basalt. Der hier gefundene Phosphorit zeichnet sich durch hohen Gehalt an phosphorsaurem Kalk — bis zu 82% — aus; leider ist aber die Menge des vorhandenen Materials eine verhältnißmäßig geringe.

Die Phosphoritlager bilden nicht wie die Ablagerungen in Estremadura und Norwegen ein festes geschlossenes Ganze, sondern sie bestehen meist aus größeren oder kleineren Stücken, eingelagert in dem Zersetzungsproduct des begleitenden Schalsteins, den Letten. Die größeren Stücke, zum Theil so mächtig, daß sie unten in der Grube gesprengt werden müssen, bis zur Faustgröße, werden schon beim Fördern ausgelesen und ausgesondert; sie bilden den Stückstein oder Stufstein, ausgezeichnet durch den höchsten Gehalt an phosphorsaurem Kalk der betreffenden Lager. Der übrige Theil des Lagers, der sog. Waschstein, ist meist durch beigemengte Letten so verunreinigt, daß der hierdurch bedingte niedrige Gehalt eine directe Verarbeitung nicht thunlich erscheinen läßt. Derselbe wird daher „aufbereitet", eine Arbeit, welche in einem Abschlämmen der Letten besteht.

Kleinere Grubenbesitzer lassen diese Arbeit von der Hand ausführen, in der Weise, daß das Waschgut in hölzernen am Ufer der Lahn oder eines Baches stehenden Trögen mit Wasser einige Zeit durchgerührt wird, wobei das reichlich eingeschöpfte und über die Ränder überfließende Wasser die leichteren Letten fortschwemmt. Rationeller wird diese Arbeit von den größeren Grubenbesitzern in Dampfwäschen ausgeführt, wobei zugleich eine Sortirung in verschiedenen Körnungen stattfindet, die entsprechend ihrer Größe verschiedenen Gehalt an phosphorsaurem Kalk haben.

Die Körnungen gehen herab bis zur Sandkorngröße; bei besonders günstigem Lager sind oft die Schlämmen noch so werthvoll, daß sie gewonnen werden und man nur das fortlaufen läßt, als zur Zeit nicht verwerthbar, was unter 20% phosphorsauren Kalk enthält. Bei dieser Reinigung durch Waschen erleidet man einen Abgang oder Waschverlust von 40—50%, bei sehr guten Lagern auch wohl nur von 30%, bei welch' letzteren die Sande bisweilen noch 40% und mehr phosphorsauren Kalk enthalten

und dann noch als Phosphorit mit in Rechnung gezogen werden. Allgemein rechnet man indeß die Producte unter grober Sandkorngröße nicht mehr zum Ausbringen.

Schwankt schon die Mächtigkeit der verschiedenen Lager sehr, so ist dies noch mehr in Betreff des Gehaltes an phosphorsaurem Kalk der Fall. Aus den besseren Gruben enthält der Stückstein 70—75%, I. Sorte Waschstein 68—70, II. Sorte 63—65, III. Sorte 56—60 und IV. Sorte noch 50—52%, die folgenden Sande abwärts bis 30% und weniger; bei anderen Gruben weist bisweilen der Stückstein nur 62—63% auf und hier geht schon die III. Sorte auf 40% herab; bei diesen Förderungen sind dann die Schlämme werthlos.

Verschieden, wie das Vorkommen und der Gehalt an phosphorsaurem Kalk ist, ist auch die physikalische Beschaffenheit; schon die Härte des Minerals wechselt außerordentlich; einige Sorten und zwar die in Berührung mit Porphyr gefundenen, sind so hart, daß sie am Stahl Funken geben, andere und dies ist die Regel, lassen sich leicht mit dem Messer ritzen und geben einen hellen Strich — diese Eigenschaft ist eine der oberflächlichen Erkennungszeichen für Phosphorit. — Die Textur zeigt vorwiegend ein dichtes Gefüge mit meist erdigem, bisweilen anscheinend wenigstens splitterigem oder muschligem Bruch; die dichtesten und dann auch meist hochgrädigen Stücke zeigen die Form von größeren oder kleineren Knollen, oft überzogen mit prachtvollen, kupferartig schillernden, oder meergrün durchschimmernden Drusen. Dieser grüne bis zu fingerdicke beobachtete Ueberzug, der aber ein bestimmtes Krystallgefüge nicht hervortreten läßt, führt nach dem ersten bedeutenten Fundorte Staffel den Namen Staffelit und hat die Zusammensetzung $3\ (3CaO.PO^5) + CaFl + CaOCO^2 + HO$. Es ist dies die reichste Varietät von Phosphorit.

Die folgenden Analysen von Fresenius und Petersen (p. 423) sollen zur Characterisirung dieser Varietät dienen.

Die größte Mannigfaltigkeit herrscht in der Farbe, die reinsten Sorten zeigen ein fast reines Weiß — es sind dies die in Begleitung des Basalt gefundenen, leider nicht sehr ausgedehnten Lager — hiernach kommen fast alle Farben vor und es ist nicht möglich aus der Farbe allein auf die Güte zu schließen. Da der im Verbreitungsgebiete des Phosphorits in ungeheuren Massen vorkommende und gewonnene Brauneisenstein und Braunstein häufig neben dem Phosphorit gefunden wird, ja theilweise ein Lager in das andere übergeht, so zeigt auch

	Fresenius:	Petersen:
Wasser	1,400	1,65
Eisenoxyd	0,037	0,61
Thonerde	0,026	
Kalkerde	54,670	53,30
Magnesia	—	0,19
Kali	—	0,14
Natron	—	0,31
Phosphorsäure	39,050	36,78
Kohlensäure	3,190	4,25
Fluor	3,050	2,46
Chlor und Jod	—	0,03
Unlösliches und Kieselsäure	—	1,05
	101,423	100,77
Dem Fluor äquivalenter Sauerstoff	1,280	1,04
	100,143	99,73
Spec. Gewicht	3,1284	2,9300

der Phosphorit bald hellere, bald dunklere Nüancen des Brauneisensteins, daneben kommt auch durch Mangansuperoxyd fast schwarzer, oder durch Eisenrahm ziegelroth gefärbter, sowie holzbrauner und wachsgelber Phosphorit vor. Der Grundton ist jedoch gelblich braun. Nicht selten zeigen ferner Phosphoritstücke auf frischer Bruchfläche ein buntes, fleckiges Ansehen und stellen sich somit als ein Conglomerat der verschiedensten Bestandtheile dar, in welchem nicht selten Eisenstein, Schalstein und Brauneisenstücke eingeschlossen sind.

Aber all diese Beimengungen, selbst der oft nicht unbedeutende Eisengehalt sind nur mechanische Verunreinigungen des Hauptbestandtheiles, des phosphorsauren Kalkes, wie durch die chemische Analyse leicht nachgewiesen werden kann.

Behandelt man fein geriebenen Phosphorit mit ganz verdünnter Schwefelsäure — 1 oder 2 % — bei gewöhnlicher Temperatur, so wird in etwa 2 Stunden fast sämmtliche phosphorsaure Kalkerde in Lösung gebracht; — vielleicht 1—1½ % entziehen sich der Lösung, während von Eisenoxyd und Thonerde nur Spuren gefunden werden, wenn sie auch im Mineral in beträchtlicher Menge enthalten sind.

Wären Eisenoxyd und Thonerde im Mineral als phosphorsaure Salze vorhanden gewesen, so müßte, wenn diese löslich sind, die schwefelsaure Lösung Eisenoxyd oder Thonerde in dem Verhältnisse der vorhanden gewesenen phosphorsauren Salze enthalten und dieser Fall würde wohl der wahrscheinlichere sein, da ja auch die schwefelsauren Salze beider Basen leicht löslich sind, oder es müßte die schwefelsaure Lösung, wenn das phosphorsaure Esenoxyd und die phosphorsaure Thonerde nicht löslich sind, einen erheblich geringeren Gehalt an Phosphorsäure zeigen, als bei der Lösung in Salzsäure gefunden wurde. Beides ist aber nicht der Fall und daraus folgt mit Sicherheit, daß beide Basen nur mechanisch beigemengt sind.

Das Vorhandensein dieser beiden verunreinigenden Bestandtheile verhindert die vortheilhafte Verarbeitung des Lahn-

phosphorits zu Superphosphaten nach dem gewöhnlichen Fabrikations-Verfahren.

Wie bedeutend das Phosphoritvorkommen an der Lahn ist und welche Mengen dieses mächtigen Rohphosphates zu Tage gefördert wurden und werden, läßt sich nur annähernd feststellen, weil einerseits nicht alle Bergbautreibende mit bestimmten Zahlenangaben dienen können oder wollen und weil man anderseits nicht recht weiß, bis zu welchem Gehalt an Phosphorsäure abwärts die Bezeichnung Phosphorit noch berechtigt ist. Ob man z. B. einen phosphorsauren Schlamm von den Aufbereitungsanstalten mit 20% phosphorsaurem Kalk, eine Waare, welche in neuerer Zeit noch Verwendung findet, noch Phosphorit nennen darf oder nicht.

Für das Jahr 1867, das 3. Jahr nach der Entdeckung, stehen genauere Angaben über Förderung und Anzahl der beschäftigten Arbeiter zur Verfügung. Hiernach betrug nach Stein die Gesammtmenge des gewonnenen Stücksteines

12182 Tonnen à 1000 Kilo Stücksteine
47251 " " — " Waschsteine

bei 951 Berg- und Wäschearbeitern. Dabei waren in diesem Jahre eine Dampfmühle längere Zeit und eine zweite nur einige Wochen in Betrieb gewesen.

Für die Jahre 1870 und 1871 giebt ferner C. A. Stein die folgenden Angaben.

Ort.	Uebersicht der Phosphoritproduction pro 1870		
	Menge der Production Centner.	Geldwerth in Thaler.	Zahl der Arbeiter.
Kreis Biedenkopf	32966	12494	52
Dillkreis	14845	7456	33
Oberlahnkreis	227014	85967	378
Unterlahnkreis	252274	103865	288
Summa	527099	209782	751

Ort.	Uebersicht der Phosphoritproduction pro 1871		
	Menge der Production Centner.	Geldwerth in Thaler.	Zahl der Arbeiter
Kreis Biedenkopf	28539	10675	42
Dillkreis	18766	7363	38
Oberlahnkreis	246613	97093	360
Unterlahnkreis	381486	170186	396
Summa	675404	285317	836

1870 betrug die Anzahl der Betriebspuncte 42, 1871 dagegen 64; auf 22 Gewinnungspuncten war Tagebau und Betrieb.

Ueber die Preisliste für diese Zeit giebt Stein zugleich noch Folgendes an, was nicht ohne Interesse sein wird:

Procente Phosphors.	14—16	18—20	22,9	25,3	27,5	29,8	32 Sgr.
„ bas. phosphorsaurer Kalk . . .	30—35	40—45	50	55	60	65	70 „
Roher Phosphorit, 50 Kilo.	7	10	15	$17\frac{1}{2}$	$23\frac{3}{4}$	30	$27\frac{1}{2}$ „
Feinst. gemahlener mehr	5	5	5	5	5	5	5 „
Jedes Procent im Gehalte mehr wird extra berechnet mit. . .	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ „

Inzwischen sind eine ganze Reihe von Dampfmühlbereitungs-Anstalten an verschiedenen Stellen der Lahn erbaut, so daß die heutige Production bestimmt eine wesentlich größere ist. Freilich hat auch die Phosphorit-Industrie an der Lahn ihre Krisen durchzumachen gehabt, deren Ursachen verschiedene waren. Während bis zum Jahre 1870 ein stetes Steigen der Nachfrage zu verzeichnen war, sank dieselbe in den folgenden Jahren ganz erheblich, weil kolossale Mengen der besten überseeischen Phosphate (Guano) importirt wurden, Mengen, welche den Bedarf bedeutend überstiegen und die bewirkten, daß die Preise außerordentlich sanken. Dieser Umstand im Verein mit der im Vergleich zu jenen Rohmaterialien schlechten Aufschließungsfähigkeit ließen die Nachfrage und die Preise des Lahnphosphorits derart sinken, daß nur noch diejenigen Bergbautreibenden ohne Schaden arbeiten konnten, welche den geförderten Phosphorit in eigenen Fabriken verarbeiteten; manche kleineren Betriebe wurden in der

2. Hälfte der 70. Jahre ganz still gestellt. Erst allmählig, nachdem sich ein verbessertes Aufschließungsverfahren, welches weiter unten näher beschrieben werden wird, aus den Anfängen herausgebildet hatte und nach demselben rationell gearbeitet werden konnte, hat sich und zwar seit Ende des vorigen Jahrzehntes der Bergbau auf Phosphorit wieder gehoben und zur Zeit eine Höhe erreicht, wie sie bis dahin noch nicht vorhanden war; es steht dies sicher auch mit dem Umstande im Zusammenhang, daß die Importe überseeischer Rohmaterialien im letzten Jahre nicht mehr die enormen hohen Ziffern der Vorjahre aufweisen.

Die Gewinnung des Phosphorits, was zum Schluß noch angeführt werden mag, geschieht vollständig bergmännisch, durch Schacht-, Stollen- und Streckenbetrieb, seltener durch Tagebau.

Die Zusammensetzung ist bereits durch das Vorangegangene dargegethan worden; bei der großen Verschiedenheit des Materials müssen selbstverständlich die Analysen-Resultate sehr mannigfaltig sein. Es mögen daher zur weiteren Characterisirung nur noch die folgenden Analysen von Karmrodt, W. Fresenius, Wicke, Dietrich und König und A. Völcker hier Platz finden.

Karmrodt hat folgende Analysen veröffentlicht.

	Phosphorsäure	Kalk	Eisenoxyd u. Manganoxyd	Kieselsäure und Sand	Andere Bestandtheile
Hellbraunes dichtes Material	2,50	4,04	—	—	—
Lebergelb, dicht	7,94	17,16	—	—	—
Grau, leicht, mit schwarzen Stellen	10,00	—	—	—	—
Gelbbraun, hart	24,00	—	—	—	—
Erdig, graubraun	24,07	35,11	26,98	13,84	—
Gelbbraun, dicht, mit hellen Streifen	26,00	—	—	—	—
Helles, traubiges Mineral	26,25	—	—	—	—
Gelbbraun, dicht	28,50	—	—	—	—
Dunkelbraungelb, etwas traubig	30,93	57,50	—	—	—
Grau, mit wachsähnlichem Ueberzug	33,25	—	—	—	—
Graubraun, dicht	34,31	41,66	11,88	3,87	8,28
Traubig, mit wachsähnlichem Ueberzug	34,69	47,04	5,26	3,05	9,96

Auf der folgenden Tabelle sind die Analysen von Fresenius, Wicke, Dietrich und König und A. Völcker zusammengestellt.

1. Gelbbrauner Phosphorit von Staffel; spec. Gewicht 2,9907; analysirt von Fresenius.

2. Stücke Phosphorit aus nicht vollständig aufbereiteten und abgeläuterten Haufwerk; analysirt von Fresenius.

3. Aehnliches Gestein; ein gröbliches, dunkelbraunes Pulver, Durchschnittsprobe von 100 Ctr. in den Handel gebracht; analysirt von Wicke.
4. Handelsartikel aus anderer Quelle und Fundort bezogen, analysirt von Dietrich und König.
5., 6., 7. Phosphorit von Staffel; analysirt von A. Völker.

	1	2	3	4	5	6	7
Wasser	2,45	2,74	3,00	3,85	0,65	0,25	0,98
Eisenoxyd	6,42	3,77	8,22	4,15	1,21	0,93	0,96
Thonerde	1,08	1,67	2,23	3,08			3,07
Manganoxyd	Spuren	—	—	0,54 Hyperox.	—	—	—
Kalkerde	45,79	47,31	42,31	37,31	56,29	53,92	49,44
Magnesia	0,16	0,12	0,23	0,18	0,97 u. Fluor	0,69 3,16	2,88 n. Fluor
Kali	0,58	0,66	1,26	0,15	—	—	—
Natron	0,42	0,52	0,09	0,18	—	—	—
Phosphorsäure	34,48	33,84	30,63	29,19	40,56	38,12	36,19
Schwefelsäure	—	—	1,07	—	—	0,09	—
Kohlensäure	1,51	2,75	2,78	2,07	—	2,75	1,87
Fluor	3,45	2,11	3,74	4,88	siehe Magnesia		
Chlor	Spuren	—	Spur	0,03	—	—	—
Jod	Spuren	—	Spur	Spur	—	—	—
Kieselsäure	4,83	5,04	6,61	1,03	0,32	0,09	4,61
Unlösliche Theile	—	—	—	14,99	—	—	—
Summa	101,17	100,53	102,17	101,63	100,00	100,00	100,00
Für 1 Aequiv. Fluor 1 Aequiv. Sauerstoff ab	1,45	0,84	1,57	2,05	—	—	—
	99,72	99,69	100,60	99,58	—	—	—

i. Großbritannien:

und zwar in Devonshire, Cornwall, Nord-Wales und Schottland.

Ueber ein in Wales vorkommendes Phosphoritlager berichtet A. Völker, wie folgt. Dasselbe findet sich im nördlichen Wales, namentlich in der Nähe von Cwngynen 20 Meilen (engl.) westlich von Oswestry. Die Phosphat-Mineralien sind im Thonschiefer eingebettet. Sie bestehen aus einer 18 Zoll (engl.) dicken Schicht von schwarzem Phosphat-Schiefer und einer 8—9 Fuß dicken Schicht von Phosphat-Kalk; beide Schichten sind durch einen Gang von 14—16 Zoll Breite getrennt, welcher mit Pfeifenthon und Kalkspath ausgefüllt ist, und Glimmer, Eisenkies und Kupferkies

enthält. Die Schichten verlaufen vertical und haben einen guten natürlichen Wasserabzug bis über 500 Fuß Tiefe. Der schwarze Schiefer ist nach dem Gipfel des Hügels zu viel ärmer an Phosphorsäure und reicher an Eisenkies als in den tieferen Schichten. Die folgenden Analysen geben ein Bild von diesem Phosphat.

1. Eine Probe aus den tieferen Lagen.

2. und 3. Proben ganzen Ladungen entnommen.

	1.	2.	3.
Organische Substanz und Verlust beim Glühen (Graphit)	3,98	4,89	3,21
Eisenoxyd	1,07	26,06	29,65
Thonerde, Fluor u. s. w.	5,84		
Kalkerde	37,16	26,37	26,52
Magnesia	0,14	—	—
Phosphorsäure	29,67	18,67	13,14
Unlösliche Kieselsubstanz	22,14	24,01	27,48
	100,00	100,00	100,00

Diese Analysen zeigen, daß der Durchschnittsgehalt einer Ladung viel niedriger ausfällt, als bei einem ausgesuchten Stücke. Andere Proben haben noch einen geringeren Gehalt an Phosphorsäure ergeben, so daß dieses Material, im Allgemeinen zu sprechen, kaum abbauwürdig erscheint.

k) Kärnthen.

H. Wolf und J. von Moser beschreiben ein Lager von Phosphoritknollen von 6—30 mm Durchmesser, welche sich mit einem Gehalte von 29—30% Phosphorsäure neben 13,5% kohlensaurem Kalk in den Mergeln der Hangandschiefern einiger Braunkohlenlager im Lavantthale in reichlicher Menge finden. Es ist dies mit das belangreichste Lager in Oesterreich.

l) Böhmen bei Schlaggenwalde (Schlackenwalde):

Hier wird der Apatit in schönen Krystallen und kugeligen Massen von einigen Zoll Durchmesser gefunden; ferner bei Zinnwalde, Joachimsthal, Schönfeld, Przibram und Neudeck.

Hanamann giebt die Analyse eines im Schwarzenthal vorkommenden Phosphorits nach der Analyse von Meusel, wie folgt an:

Phosphorsaures Eisenoxyd	6,27
Braunstein	4,83
Phosphorsaurer Kalk	66,79
Kohlensaurer Kalk	8,54
Fluorcalcium	5,26
Kieselsäure	5,46
	97,15

m) Ungarn:

bei Kobolopajana und Szigoba; hier in losen, feinerdigen Theilchen auf einem Gange zwischen Quarz.

n) Frankreich:

in den nordfranzösichen Kreideschichten, den Departements der Ardennen, du Cher, ferner den von Lot, Vaucluse u. s. w. Zuerst wurde in den Kreideschichten der Phosphorit von Dufrénoy und Meugy im Jahre 1852, dann von Delanoué im Jahre 1853 entdeckt und darauf von Elie de Beaumont speciell untersucht. Er kommt hier in kleinen knolligen Stücken vor, von gräulicher oder grünlicher Farbe, läßt sich gut pulvern und ist schon bei niedriger Temperatur fast vollständig in Salzsäure löslich.

Ueber die französischen Phosphorite liegen eine Anzahl Analysen vor, von denen die folgenden hier Platz finden mögen.

I. Lot-Phosphat; Analyse von Ulex.

II. Lot-Phosphat; Analyse von demselben.

III. Burgunder Phosphat; Analyse des Laboratoriums von Emil Güssefeld.

IV. Vaucluse-Phosphat; Analyse ebendaher.

V., VI., VII. Durchschnittsproben aus 3 ganzen Ladungen von Lot-Phosphat; Analyse von A. Völcker.

VIII. und IX. Zwei reiche Proben von Bordeaux-Phosphat: Analyse von A. Völcker.

X., XI. bis XV. Französische Phosphate mittlerer Qualität; Analyse von A. Völker.

XVI. Phosphat aus der Kreide von Mons; Analyse von Nivoit.

XVII., XVIII., XIX., XX. Phosphorit aus dem Grünsand des Meuse-Departements; Analyse von Nivoit.

XXI. bis XXVIII. Phosphorit aus den Departements Tarne et Garonne und Lot; Analyse von Bobierre.

Die Analysen auf den Tabellen p. 430 und 431.

o) Belgien.

Petermann, welcher sich bemüht hat, die belgischen Phosphoritlager zu studiren, giebt über das mächtige Phosphatlager von Ciply folgendes an: Es besteht aus den Schichten

1. Tuffeau . . .	mit durchschnittlich	0,11%	Phosphorsäure
2. Pierres dures.	„ „	5,98 „	„
3. Craie grise .	„ „	11,25 „	„
4. Poudingne de la Malogne	„ .	19,75 „	„

Da von diesen Schichten die Letztere nur in geringer Menge auftritt, und die anderen erst recht kein Rohmaterial für die Superphosphat-Fabrikation darbieten, so suchte Peter-

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Wasser	4,27	4,97	1,53	2,45	1,78	2,74	2,91	4,80	4,52	3,47	7,22	3,28	9,36	9,76	6,70
Eisenoxyd	{ 2,96	1,69	6,57	3,30	7,38	6,66	8,86	{ 2,80	2,66	} 18,73	19,19	17,43	13,71	22,15	15,08
Thonerde					—	—	—		6,42		und Kohlensäure u. s. w.				
Kalkerde	50,10	46,55	35,81	26,57	44,22	43,81	41,58	47,81	44,23	41,12	36,20	44,69	41,65	31,58	37,12
Magnesia	0,26	1,47	—	0,33	0,42	—	—	0,12	1,74 u. Fluor	?	?	?	?	?	?
Phosphorsäure	37,07	32,81	26,40	19,90	35,73	30,91	30,24	35,51	33,72	31,50	31,68	30,47	30,44	30,07	29,02
Kohlensäure	1,51	4,56	3,60	0,37	1,65	2,18	1,89	5,06	3,26	?	?	?	?	?	?
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	—	—	0,64	—	—	—	—	—	—	—
Fluor	5,01	2,70	—	2,05	5,34	8,45	3,90	0,89	?	?	?	?	?	?	?
					und Thonerde										
Kieselsäure u. unlösliche Kieselsubstanz	0,93	6,39	—	46,05	3,48	5,25	10,62	2,37	3,45	10,18	5,71	4,13	4,54	6,44	12,08
Summa	102,11	101,14	—	101,02	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	100,00	100,00
Sauerstoff ab für Fluor	2,11	1,14	—	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	100,00	100,00	—	100,16	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	100,00	100,00
Gleich dreibas. phosphorsaurem Kalk	80,92	71,62	57,63	43,44	77,99	67,48	66,01	77,52	73,61	68,76	69,16	66,52	67,10	65,64	63,35
Gleich kohlensaurem Kalk	3,43	10,36	8,18	0,84	3,75	4,95	4,22	11,50	7,40	—	—	—	—	—	—

	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
Wasser	25,55	15,00	9,60	10,50	8,00	—	—	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd	} 0,90	4,80	11,80	15,65	10,60	—	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalkerde	51,60	31,00	29,33	20,80	22,00	51,47	—	—	—	—	—	51,50	48,92
Magnesia	—	2,10	Spuren	Spuren	0,89	—	—	—	—	—	—	—	—
Kali	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Natron	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	20,35	18,72	22,03	18,78	16,30	38,00	32,94	36,48	35,84	36,80	37,10	37,00	38,32
Kohlensäure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	0,12	—	2,12	0,89	0,92	—	—	—	—	—	—	—	—
Fluor	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure und Silicate .	1,30	27,98	23,80	31,03	39,80	—	—	—	—	—	—	—	—
Rest	—	0,90	1,81	2,35	1,49	1,00	4,70	12,70	12,60	3,00	1,00	1,40	0,93
Summa	100,00	100,00	99,99	100,00	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—

mann durch Versuche zu ermitteln, ob nicht das Lager Craie grise, welches mit dem höchsten Phosphorsäure-Gehalte reichliche Mengen darbietet, nicht direct als Dünger verwendet werden könnte. Jedoch die Prüfung dieses Rohmaterials in dem Verhalten gegen eine Reihe von Lösungsmitteln, wie die verschiedenen Salze des Kalis, Natrons und Ammoniaks gaben in keiner Weise hierfür sprechende Resultate. Trotzdem stellte Petermann auch noch eine Reihe von Vegetations-Versuchen an, doch auch diese lieferten Resultate, welche durchaus nicht für die directe Verwendung dieses Rohmaterials zur Düngung sprechen; sie gaben nur Beweise gegen die Verwendung roher Phosphate als Düngemittel.

p) Rußland.

In Russisch-Podolien weit hinein erstreckt sich die im östlichen Theile von Galizien und in der nördlichen Bukowina auftretende Silurformation, die hauptsächlich durch dichten, petrefactenreichen Kalkstein und Thonschiefer vertreten ist; unmittelbar auf derselben lagert regelmäßig Kreide und zwar theils die feuersteinführende Opoka, theils Grünsand.

Der silurische Schiefer kommt in zwei auffallend verschiedenen Formen vor, die eine tritt im österreichischen und zum Theil auch im russischen Gebiete auf und steht als grobkörnige compacte Masse von rauher Oberfläche, graubrauner Farbe und in dicken Platten brechend an, während die andere Schieferart aus dünnen, platten, fettglänzenden und leicht zerbrechlichen Blättern von grauschwarzer, zuweilen in's Grünliche ziehender Farbe besteht. Letztere Art kommt nur in Russisch-Podolien vor und hat oft eine Mächtigkeit von mehreren Hundert Fuß.

In diesem grauschwarzen, dünnblättrigen Thonschiefer und nur in diesem (Schwackhöfer) findet sich ein in kugeliger Form vorkommender Phosphorit. Die Phosphoritkugeln sind oft in großer Zahl in diesem Schiefer eingelagert, bei der raschen Verwitterbarkeit des Schiefers ist es aber leicht erkärlich, daß solche Kugeln vielmals auf secundärer Lagerstätte z. B. in verstürzten Kreideschichten oder Dniesterthale bis weit ins Flußbett hinein zu finden sind.

Die Hauptfundorte dieser Phosphoritkugeln sind am linken Dniesterufer auf der Strecke zwischen St. Uszica und Mogilew; am schönsten sind die Lager aufgedeckt bei Zurczewka, Kaljus und Ljadowa. Sie kommen ferner in den Thälern der Neben-

flüsse des Dniesters, wie bei Minkowce und noch an mehreren anderen Orten vor.

Diese Phosphorite treten fast durchgehend als mehr oder minder vollkommene Kugeln mit concentrisch strahligem Gefüge im Innern auf. Ihre Oberfläche ist uneben, manchmal blätterig, fühlt sich fettig an und hat eine dunkelgraue, dem rohen Eisenguß ähnliche Farbe; nur bei auf secundärer Lagerstätte, im Straßenschotter oder im Flußgerölle des Dniesters gefundenen Kugeln erscheint die Oberfläche hellgrau und glatt abgeschliffen und zeigt alsdann öfters rostbraune Flecke von ausgewintertem Eisenoxyd.

Die Größe der Kugeln ist sehr verschieden, die kleinsten haben 1 bis 2, die größten 16—18 cm, die Mehrzahl 5—6 cm im Durchmesser und ein Gewicht von 4—500 Grm. Die Dichte beträgt 2,80—3,00; die Härte ist ungefähr die des Flußspaths. Das Pulver, im Dunkeln erhitzt, phosphorescirt mit sehr schön bläulichem Lichte.

Das strahlige Gefüge ist nicht bei allen Kugeln gleich, bei den einen ist die strahlige Streifung an der Peripherie am deutlichsten und wird gegen die Mitte hin immer undeutlicher, so daß die Masse nahe dem Centrum fast ganz dicht erscheint; das Centrum selbst besteht aus krystallinisch blätterigem Kalkspath von hellgrauer oder graubrauner Farbe. Bei anderen Kugeln ist die radicale Streifung durch die ganze Masse hindurch gleich deutlich und diese haben im Centrum einen sternförmigen Hohlraum, der mit einer braunen erdigen Masse ausgefüllt ist. Erstere besitzen im allgemeinen eine mehr grüne, letztere eine entschieden braune Farbe.

Zwischen den radicalen Streifen finden sich die verschiedenartigsten Einschlüsse, wie Calcit und Eisenkiesblättchen, kleine Körnchen von Quarcit, ferner kohlensaures Manganoxydul als gelbes Pulver, eine dunkelbraune pulverige Masse, die ein Gemenge von Eisenoxyd mit Braunstein ist, schließlich ein Thonerdesilicat in Form einer weißen erdigen Masse; auch Bleiglanz kommt hie und da eingesprengt vor.

Diese Kugelphosphorite hat Fr. Schwackhöfer auf das eingehendste untersucht und hierbei die Kugeln in Kern mittlere und äußere Schicht mit dem Meißel zerlegt und diese Theile für sich und auch die Kugel ganz untersucht. Die Resultate der ersteren Untersuchungen habe ich auf den folgenden Tabellen zusammengestellt.

	Zusammensetzung der äußeren und inneren Zone einer vollkommen infiltrirten Phosphoritkugel von 15 cm Durchmesser		Zusammensetzung des Kernes, der mittleren und äußeren Zone einer unvollkommen infiltrirten Phosphoritkugel von 16 cm Durchmesser.		
	Aeuß. Zone 40mm doppelte Breite; Dichte d. Pulvers: 2,987	Inn. Zone 100 mm dop. Breite; Dichte des Pulvers: 2,997	Aeuß. Zone 30 mm dop. Breite; Dichte des Pulvers: 3,107	Mittl. Zone 99 mm dop. Breite; Dichte des Pulvers: 3,065	Kern 40 mm doppel. Breite; Dichte des Pulvers: 2,905
Wasser	0,72	0,53	0,57	0,38	0,31
Org. Substanz	1,39	0,79	1,60	0,89	0,78
Eisenoxyd	2,65	1,06	1,96	1,80	1,35
Eisenoxydul	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Manganhyperox.	Spuren	0,57	Spuren	Spuren	Spuren
Thonerde	2,52	0,64	0,35	Spuren	Spuren
Kalkerde	47,99	53,05	50,50	53,03	53,12
Magnesia	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Kali	0,16	Spuren	0,31	0,20	0,15
Natron	0,23	Spuren	0,34	0,22	0,16
Phosphorsäure	36,58	40,42	37,89	38,60	25,56
Kohlensäure	0,30	0,27	0,86	2,32	16,29
Kieselsäure	6,34	0,69	3,36	1,22	0,50
Fluor	3,00	3,55	3,18	3,34	2,23
Schwefel, Chlor	Spuren	Spuren	0,57	Spuren	—
	101,83	101,57	101,44	102,00	100,45
Ab Sauerstoff für Fluor resp. Schwefel und Fluor	1,26	1,49	1,48	1,40	0,93
	100,57	100,08	99,96	100,60	99,52
3 bas. phosphors. Kalk	79,70%	87,61%	82,66%	83,33%	53,70%
Kohlensaur. Kalk	0,68 „	0,61 „	1,95 „	5,27 „	37,02 „
Fluorcalcium	6,16 „	7,29 „	6,42 „	6,85 „	4,58 „
Kieselsäure, Thonerde	3,99 „	1,01 „	0,55 „	—	—
Kieselsäure	4,54 „	0,32 „	2,63 „	0,87 „	0,25 „
Phosphorsäure	0,03 „	0,29 „	0,03 „!	0,43 „	0,96 „

Es sind ferner von Schwackhöfer 25 ganze Kugeln untersucht; das Mittel dieser Untersuchungen ergiebt für die Zusammensetzung der Phosphoritkugeln das Folgende:

	mittel:	schwankend:
3basisch phosphorsaurer Kalk	= 74,23	84,72 u. 50,84
Kohlensaurer Kalk	= 6,92	1,95 u. 25,75
Sonstige Bestandtheile . .	= 13,20	11,62 u. 12,12
Unlöslicher Rückstand . . .	= 5,61	1,71 u. 11,29
	99,96	100,00 100,00
Phosphorsäure	= 34,00%	38,81% u. 23,29%
Kohlensäure	= 3,04 „	0,86 „ u. 11,33 „

Hierzu bemerkt Schwackhöfer noch, daß Fluorcalcium zum phosphorsauren Kalk im Verhältniß wie beiläufig 1 : 12 steht, daß Eisenoxyd in Menge von 0,5 bis 5%, zweifach Schwefeleisen 0 bis 1,5%, Silicate 0,5 bis 2%, Wasser 0,5 bis 1,5% und die übrigen Bestandtheile nur in geringen Mengen vorkommen.

Geringe Mengen Phosphorsäure sind im Ueberschuß gegen den Kalk vorhanden, Beweis für die Anwesenheit eines sauren Phosphates; im wässrigen Auszug ist auch Phosphorsäure und Kalk nachweisbar: der Gehalt dieser Phosphorite an Kalkphosphat zu dem an Fluorcalcium steht ganz im Verhältniß wie dies im Apatit gefunden wird, weshalb diese Gebilde nach Schwackhöfer als apatitische bezeichnet werden können.

Ueber die Entstehungsart giebt ferner Schwackhöfer an, daß er diese als apatitische Verbindungen vorkommenden Concretionen als ursprünglich aus kohlensaurem Kalk bestehend ansieht, welcher durch die aus dem Schiefer ausgelaugten phosphorsauren und Fluor-Verbindungen in Phosphorit umgewandelt wurde.

Ohne hier auf die Beweise für diese Ansicht näher eingehen zu können, sei nur angeführt, daß dieselben durchaus vollgiltige zu nennen sind.

Ueber die Quantität des Vorkommens sind sichere Angaben noch nicht vorliegend, jedoch ist sicher zu hoffen, daß an mehreren Stellen Podoliens ergiebige Lager aufgedeckt werden dürfen.

In diesem Jahre (1883) werden Versuche gemacht die Kugelphosphorite nach Deutschland zu importiren; mir sind zu dem Zwecke Proben zur Untersuchung zugegangen.

q) Canada-Apatit.

Dieser Apatit findet sich im Innern Canadas und zwar in den Provinzen Ontario und Ottawa, wo er in großen Mengen und zwar in Gängen, welche den Granit, theilweise auch Gneis und Glimmerschiefer durchsetzen, vorkommt; er soll hier in Mächtigkeit bis zu 15 Fuß vorhanden sein. Von W. R. Hutton und A. Völcker liegen Analysen dieses Apatits vor; nach denselben ist die Zusammensetzung desselben die folgende:

Hutton.

	1. Dicke Masse	2. Krystallin
Wasser	0,08	0,32
Eisenoxyd	—	0,40
Phosphorsaurer Kalk	86,61	90,82
Kohlensaurer Kalk	4,47	0,38
Fluorcalcium	7,22	5,70
Chlorcalcium	0,06	0,14
Sand	0,10	0,10
	98,54	97,86
Phosphorsäure	39,68%	41,60%

A. Völcker.

	1	2	3	4	5	6
Wasser	0,62	0,10	0,11	1,09	0,89	1,83
Eisenoxyd, Thonerde Fluor ꝛc.	7,83	3,03	6,88	13,32	12,15	9,28
Kalkerde	46,14	54,74	51,04	42,72	44,26	43,62
Phosphorsäure	33,51	41,54	37,68	30,84	32,53	31,77
Sand	11,90	0,59	4,29	12,03	10,17	13,50
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3bas. phosphorsaurer Kalk	73,15%	90,68%	82,25%	67,32%	71,01%	69,35%

r) Süd-Carolina- oder Charleston-Phosphat.

In dem ausgedehnten Kalkgebiet des Beckens von Charleston in Südcarolina kommen nach Völcker Phosphat-Minen, welche vielfach den Coprolithen des Londoner Beckens ähneln, in einem Gebiete von 40—50 Quadratmeilen (engl.) vor und zwar vorzugsweise an den Ufern der Flüsse und Sümpfe in einer durchschnittlich 17—18 Zoll dicken Schicht, eingelagert in Lehm oder Sand und vielfach mit Fischresten vermischt. Sie sind von unregelmäßiger Form, hellgelb bis bräunlich, ziemlich weich und oft von Bohrmuscheln durchbohrt. Bekannt ist das

Vorkommen dieser Phosphat-Minen schon lange, der wirkliche Werth ist aber erst seit ca. 15 Jahren erkannt.

Der Werth dieses Phosphates ist verschieden, je nach dem Fundorte; die Flußphosphate sind werthvoller, als die Landphosphate und von letzteren die aus dem Lehm wieder reichhaltiger als die aus dem Sande. Die Landphosphate werden durch die Grundbesitzer oder ihre Pächter abgebaut und in den Handel gebracht. Die Gewinnung der Flußphosphate ist vom Staate an 2 Gesellschaften überlassen und zwar gegen 1 Dollar per Tonne, diese Phosphate sind von dunkelgrüner fast schwarzer Farbe und bedeutender Härte.

Die folgenden Analysen von Völcker zeigen die Zusammensetzung dieser Phosphorite. (p. 438).

Da diese Analysen die wichtige Frage, wie hoch ist der Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde, an kohlensaurem Kalk und an Fluor nicht beantworten, so führe ich noch an, daß Völcker in 2 Analysen von Land-Phosphat an Eisenoxyd 3,99 bis 4,15, an Thonerde 3,20 bis 4,90, an Kohlensäure 2,91 bis 4,08 und an Fluor 3,50 und 2,05 worin leider der Verlust bei der Analyse mit inbegriffen ist, gefunden hat.

s) St. Martin's-Phosphat.

Auf der Insel St. Martin, zu der Gruppe der Windward-Islands im westindischen Meere gehörig, finden sich Phosphate von sehr verschiedenem Werthe, da dieselben mehr oder weniger durch den kohlensauren Kalk der Unterlage verunreinigt sind.

Völcker giebt über dies Phosphat die folgenden Analysen.

	1.	2.
Wasser	5,04	3,56
Eisenoxyd	1,51	1,40
Thonerde	2,99	1,87
Kalkerde	47,69	50,41
Magnesia	0,38	0,22
Phosphorsäure	24,14	35,13
Kohlensäure	14,20	6,59
Schwefelsäure	0,18	0,45
Unlösliche Kieselsubstanz	3,87	0,87
	100,00	100,00
3bas. phosphors. Kalk	52,70%	76,69%
Kohlensaurer Kalk	32,27 „	14,98 „

Nr. 2 ist hiernach ein recht werthvolles Mineral, Nr. 1 dagegen nicht gut verkäuflich. Völcker giebt dann noch 6 andere Analysen, aus denen die Verschiedenheit des Phosphates noch mehr ersichtlich: Gehalt an phosphors. Kalk schwankt zwischen 36,39 und 80,64% und der an kohlensaurem Kalk zwischen 46,81 und 6,57%

Süd-Carolina-Land-Phosphat.

	1	2	3	4	5	6	7
Hygroscopisches Wasser . . . Chem. gebund. Wasser . . .	7,40	2,29	10,30	3,98	8,01	6,59 1,09	7,69 1,34
Eisenoxyd und Thonerde, Magnesia, Kohlens. ꝛc.	16,27	17,28	15,45	18,82	16,88	17,01	16,54
Kalkerde . . .	37,20	38,71	37,24	40,11	36,75	38,84	36,41
Phosphorsäure	26,50	24,29	22,06	25,47	23,93	24,80	23,35
Unlösliche Kieselsubstanz .	16,63	17,43	14,95	11,62	14,43	11,67	14,67
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3 bas. phosphors. Kalk . . .	57,85%	53,02%	48,16%	55,60%	52,24%	54,14%	50,98%

Carolina-Fluß-Phosphat.

	1	2	3	4	5	6	7
Hygroscopisches Wasser . . . Chem. gebund. Wasser . . .	4,07	1,56	2,57	2,64	1,86	2,89	2,58
Eisenoxyd und Thonerde, Magnesia, Kohlens. ꝛc.	15,16	18,47	17,54	17,57	17,39	17,80	16,19
Kalkerde . . .	45,07	42,28	42,79	42,54	42,43	42,45	39,37
Phosphorsäure	28,44	26,89	27,11	26,97	26,89	27,44	25,31
Unlösliche Kieselsubstanz .	7,26	10,80	9,99	10,28	11,43	9,42	16,55
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3 bas. phorphors. Kalk . . .	62,09%	58,70%	59,18%	58,87%	58,70%	59,90%	55,25%

t) Aruba-Insel-Phosphat.

Auf der holländischen Insel Aruba (Seewards-Islands) ist in neuester Zeit ein Mineral gefunden worden, welches in harten, hellbraunen oder gelblichen Steinmassen mit sehr characteristischen chocoladefarbigen Streifen und Flecken besteht und von Kalkspath hier und da durchzogen ist.

Die Zusammensetzung nach Völcker ist die folgende:

	1.	2.	3.	4.
Wasser	5,55	3,79	5,54	5,48
Eisenoxyd	14,72	14,60[1])	9,26	16,43[1])
Thonerde u. s. w.			17,22	
Kalkerde	41,69	47,53	30,18	42,91
Phosphorsäure	31,11	33,04	28,95	34,94
Kohlensäure	6,69	?	0,98	?
Unlösliche Kieselsubstanz	0,24	1,04	7,87	0,24
	100,00	100,00	100,00	100,00
3bas. phosphors. Kalk	67,91%	72,13%	63,20%	76,28%

[1]) Und Kohlensäure.

Während Nr. 3 wegen des hohen Gehaltes an Eisenoxyd und Thonerde nicht zur Herstellung von Superphosphaten geeignet ist, kann man im allgemeinen das Phosphat Aruba doch hübsch werthvoll nennen.

Eine Analyse aus dem Laboratorium von E. Güssefeld giebt die Zusammensetzung wie folgt an:

Wasser	3,46
Eisenoxyd und Thonerde	3,25
Kalkerde	48,72
Phosphorsäure	36,29
Kohlensäure	2,80
Kieselsäure	1,70
Org. Substanz und Alkalien	3,78

Hiernach ist das Aruba-Phosphat als für die Superphosphat-Fabrikation sehr werthvoll zu bezeichnen.

u) Redonda-Phosphat.

Auf der Redonda-Insel in Westindien wurde vor einigen Jahren ein Mineral gefunden, das man anfänglich für ein Kalkphosphat hielt, sich aber bei der Analyse als ein Thonerdephosphat erwies.

A. Völcker giebt über dasselbe die folgenden Analysen:

	1.	2.	3.	4.
Wasser	23,23	21,15	27,70	24,20
Eisenoxyd u. Thonerde	36,38	32,26	25,65	35,33
Phosphorsaure . . .	36,95	37,04	19,40	38,52
Unlösliche Kieselsubstanz	3,44	9,55	27,25	1,95
	100,00	100,00	100,00	100.00

Mir wurden 1875 von dem Hause Dunn Brothers in Manchester 2 Proben dieses Minerals zur Untersuchung zugesandt, von welchen das eine von mehr brauner, das andere von mehr grauer Farbe war. Die von Fr. Voigt ausgeführten Analysen ergeben folgendes:

	braun	grau
Hygroscopisches Wasser	17,99	22,56
Chem. geb. Wasser . .	2,27	0,78
Organische Substanz .	1,41	0,82
Eisenoxyd	18,94	9,83
Thonerde	15,16	22,12
Kalkerde	0,08	0,15
Magnesia	0,12	0,06
Phosphorsäure . . .	38,02	40,05
Kieselsäure und Sand	5,96	2,65
	99,95	99,02
In Wasser lösliche Phosphorsäure	0,03%	0,09%

Dieses Phosphat ist hiernach zur Darstellung von gewöhnlichen Superphosphaten nicht brauchbar.

v) Alta Vela-Phosphat.

Dieses Phosphat kommt auf der kleinen Insel Alta Vela unweit St. Domingo vor und ist ebenfalls ein Thonerde-Phosphat; es ist von etwas hellerer Farbe und größerer Härte, als das von Redonda, meist aber auch unreiner.

Die Zusammensetzung desselben ist nach A. Völker die folgende:

Hygroscopisches Wasser .	10,64
Chem. gebundenes Wasser	5,85
Eisenoxyd	5,76
Thonerde	13,48
Kalkerde	11,29
Phosphorsäure	20,45
Kohlensäure	4,01
Unlösliche Kieselsubstanz .	28,52
	100,00

w) Kladno-Phosphat.

Dies Phosphat ist zwar kein natürlich vorkommendes, sondern ein Kunstproduct, trotzdem mag es aber hier seinen

Platz finden. Ueber die Herstellung desselben berichtet Breitenlohner folgendes: Die in der Albertinerhütte zu Kladno verarbeiteten Eisenerze enthalten reichliche Mengen von Phosphorsäure, welche bekanntlich beim Schmelzen zu Phosphor reducirt wird, der auf das Eisen höchst schädlich einwirkt. Es wurden nun auf dieser Hütte die zerkleinerten und zerrührten Erze in großen Bassins mit Wasser übergossen und schweflige Säure eingeleitet, welche in besonders construirten Gasöfen durch Rösten von Schwefelkies erzeugt wird. Hierdurch werden die Phosphate aufgelöst — die Phosphorsäure ist an Basen gebunden — und dann durch einfaches Ablassen der Lösung von den Erzen getrennt. Die Lösung wird darauf erhitzt, wodurch die schweflige Säure ausgetrieben und zu einem neuen Proceß verwandt wird, während die Phosphorsäure vor allem an Thonerde gebunden sich niederschlägt. Die letzten Spuren der Säure werden mit Kalk neutralisirt, wodurch noch ein zweites unreineres Product gewonnen wird.

Eine mir übersandte, von Fr. Voigt untersuchte Probe ergab:

Wasser	29,18
Eisenoxyd . . .	2,67
Thonerde . . .	24,36
Kalkerde . . .	2,29
Phosphorsäure .	30,29
Schwefelsäure .	7,33
Kieselsäure. . .	3,05
Sand	1,22
	100,39

Lösliche Phosphorsäure . . . . 0,016 %
in kohlensaurem Natron lösliche Phosphorsäure 1,370 „

Die Production der Albertinerhütte soll jährlich ca. 50000 Ctr. betragen.

Nach Hanamann hat sich dies Phosphat vollkommen wirkungslos als Dünger gezeigt. Es wird jetzt in der chemischen Fabrik von Rademacher & Co. in Prag zu concentrirtem Kalksuperphosphat und Alaun verarbeitet.

x) Thomas-Schlacke.

Bei der Entphosphorung des Roheisens nach dem Verfahren von Thomas fallen phosphorsäurehaltige Schlacken ab, welche im Durchschnitt 12—18% Phosphorsäure enthalten. Die Schlacke ist durch ihren Gehalt an Aetzkalk sehr stark alkalisch,

zersetzt sich beim Liegen an der Luft und zerfällt nach einiger Zeit zu Staub.

Die Zusammensetzung dieser Schlacke ist nach Millot die folgende:

Manganoxyd . .	0,50
Eisenoxyd . . .	12,60
Kalkerde . . .	58,50
Phosphorsäure .	17,90
Kieselsäure . . .	10,35
	99,85

Millot fand ferner, daß sich aus diesen Schlacken in citronensaurem Ammoniak 4,4 %, in oxalsaurem Ammoniak 4,4 %, in verdünnter Essigsäure 1,44 % lösen. Bei allen diesen Versuchen ergab sich, daß man es mit einer Lösung von neutralem phosphorsauren Eisen zu thun hatte.

Wie ergiebig diese neue Phosphorsäurequelle werden kann, geht daraus hervor, daß allein das Ilseder Hüttenwerk bei einer Roheisen-Production von 80 Millionen kg nicht weniger als 5,6 Millionen kg Phosphorsäure in den Schlacken abwirft, welche bisher verloren gingen, jetzt aber der Landwirthschaft nutzbar gemacht sind.

Sind diese phosphorsäurehaltigen Schlacken ihres hohen Kalkgehaltes wegen für alle kalkarmen Böden in der Nähe des Productionsortes direct zu verwenden, so wird es doch für die Verwendung in weiteren Kreisen wohl nothwendig werden, die Phosphorsäure aus diesen Schlacken in concentrirter Form zu gewinnen, damit die Transportkosten vermindert werden.

§ 229.

2. Coprolithen und Osteolithen.

Im Anschlusse an das bereits im I. Bd. p. 514 über das Wesen und Vorkommen der Coprolithen und Osteolithen Angeführte sei hier über das letztere noch Folgendes bemerkt.

In Folge eines Durchstiches der Magdeburger-Braunschweigischen Eisenbahn ist in der Nähe von Helmstedt (Braunschweig), wie A. Hosaeus berichtet, durch Carl Funke ein Coprolithen-Lager entdeckt worden. Linsenförmig aufgeschlossen, hat das Lager in der Mitte der ungefähr 300 Schritt langen Schicht eine Mächtigkeit von 1½ Fuß und flacht sich nach dem Boden zu allmählig ab. Die Coprolithen sind dicht an einander gelagert und erscheinen als rundliche und längliche nierenförmige, 5—200 Grm. schwere, Massen von grauschwarzer Farbe und dichtem Gefüge. Mehrere solcher Schichten erstrecken sich zu beiden Seiten des Bahn-Durchstiches, welche entweder von 20—30 Fuß mächtigem Thon oder auch nahe unter der Oberfläche ausstreichen. Hosaeus giebt dann in einer anderen

Arbeit an, daß die Coprolithen im grünen Magdeburger Sandstein in Schichten von wechselnder Mächtigkeit lagern und daß ihre Verbreitung eine ungleich größere zu sein scheint, als zunächst anzunehmen war. An verschiedenen Orten treten die Schichten zu Tage, ja es giebt Felder, deren Oberfläche mit nuß- bis faustgroßen Stücken der Gesteine dicht bestreut waren. Auf solchen Schlägen berührt der Pflug nicht selten die Coprolithenschichten und diese verhindern häufig am tieferen Pflügen.

Für gewöhnlich liegen die Coprolithen am Gewinnungsorte 4—6 Fuß unter der Oberfläche in einer 3—12 Zoll mächtigen Schicht. Nach der Entfernung der überliegenden Erdmassen werden die Coprolithen durch Absieben und Aufwerfen auf Siebe leicht von dem anhängenden Granit und Kies getrennt.

Bis zum September 1872 betrug die gesammte Ausbeute 35000 Ctr. Daß die Mächtigkeit des Lagers anfänglich durchaus nicht ganz erkannt war, geht daraus hervor, daß dasselbe bis heute noch nicht abgebaut ist.

Hosaeus giebt die Zusammensetzung dieser Coprolithen nach einer Durchschnittsprobe wie folgt an:

Wasser und organische Substanz	7,4
Eisenoxyd	7,1
Kalkerde	30,2
Phosphorsäure	25,7
Kohlensäure	3,8
Schwefelsäure	2,1
Kieselsäure	3,6
Thonerde, Fluorbestimmungen und Kieselerde	6,5
Unlöslich in Salzsäure	13,0
	99,4

In der Gegend der Harzburg in Braunschweig befindet sich ein Lager von Coprolithen von ähnlicher Beschaffenheit und Zusammensetzung, meistens sind dieselben aber größer als die Helmstedter.

Ferner sind bei Rothenburg an der Tauber, eines kleinen Nebenflusses des Mains, Coprolithen gefunden worden.

Nach Reuß finden sich im bituminösen Schiefer Böhmens Coprolithen, welche bei Oberlangenau, unweit Starkenbach, ein mächtiges Lager im rothen Sandstein bilden.

Dann kommen nach R. Hoffmann in dem Rakonitzer Rothliegenden Coprolithen vor. Dieselben finden sich auf den Feldern dieser Gegend einzeln in der Ackerkrume zerstreut. Fundort zwischen Kruschowitz und Hindl; sie liegen lose in den Feldern. Die eigentlichen Coprolithen sind im Innern eines

braunen, eisenhaltigen Gesteins von eiförmiger Gestalt und etwa der Größe eines Taubeneies eingeschlossen.

Dann kommen in Frankreich, vorzüglich in den Ardennen, nach Déhérain bedeutende Mengen von Coprolithen vor.

A. Völker berichtet über Coprolithen aus der Nähe von Boulogne; dieselben sind harte dunkelgraue oder grünlich-schwarze Nieren von folgender Zusammensetzung.

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.
Wasser	0,84	0,79	1,08	1,18	1,74
Gebundenes Wasser und Verlust beim Erhitzen	3,14	3,24	3,08	1,91	1,04
Eisenoxyd	2,89	3,63	3,54	6,24	3,52
Thonerde	3,09	3,66	3,64	5,89	4,94
Kalk	33,06	35,38	33,58	30,41	31,12
Magnesia	0,58	0,25	0,69	0,83	0,56
[1]) Phosphorsäure	21,06	21,27	21,27	20,70	17,69
[2]) Kohlensäure	3,55	5,25	4,52	3,94	5,13
Schwefelsäure	6,81	0,89	0,90	3,24	0,85
Fluor und Verlust		2,08	2,77		4,96
Unlösliche Kieselsubstanz	24,98	23,56	24,93	26,16	28,45
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
[1]) Gleich dreibasisch phosphorsaurem Kalk	45,97	46,43	46,48	45,19	38,61
[2]) Gleich kohlensaurem Kalk	8,07	11,93	10,27	8,95	11,66

Ferner ist noch ein mächtiges Lager von Coprolithen in Rußland zu nennen. Dieses Lager findet sich einige Werst hinter Kursk bei Papowka auf dem Plateau und zwischen den Flüssen Sjaem und Swara; die Coprolithen dienen hier zum

Straßenbau, so daß man 20 Werst weit an der Chaussee ansehnliche Haufen derselben aufgehäuft sieht; dieselben werden in einer 20 Werst entfernten Grube, welche sehr mächtig und anscheinend unerschöpflich ist, gefunden; sie liegen hier dicht an der Oberfläche. Die Coprolithen sind von außen blasig, von rothbrauner Farbe und bestehen nach dem Bruch aus rundlichen Körpern.

Die Bruchflächen zeigen öfters deutliche Ringe von Ansätzen; hier ist die Farbe heller und zwar bis zu schmutzigem Gelb und Weiß. Die Härte bedeutend; jedoch werden sie durch das Fahren nach und nach zermahlen, so daß öfters aufgeschüttet werden muß. Analysen dieser Coprolithen liegen, so viel mir bekannt, noch nicht vor.

Am Felsgehänge des Luga bei Jamburg in horizontaler Zwischenschicht von 1—2′ zu Tage tretend, bildet schließlich nach Schmidt der Unguliten- oder Obolensandstein eine hell rothbraune Breccie durch ein quarzig dolomitisches Bindemittel locker verkitteter, reiner Unguliten-schalen; dieselben besitzen die Zusammensetzung fossiler Wirbelthierknochen oder Knochenbreccien (Osteolithen).

Nach Schmidt ist die Zusammensetzung die folgende:

Kohlensäure	11,06
Phosphorsäure	12,56
Kieselsäure	43,50
Eisenoxyd und Thonerde	1,59
Kalkerde	21,50
Magnesia	5,42
Fluorcalcium	3,12
Alkalien und Wasser . .	1,25

Berechnet:

Phosphorsaurer Kalk . . .	27,42	30,54 % Obolen.
Fluorcalcium	3,12	
Kohlensaurer Kalk	11,86	23,01 % Dolomit.
Kohlensaure Magnesia . . .	11,15	
Magnesia	0,11	
Eisenoxyd und Thonerde . .	1,59	46,45 % Silicat- und Quarz-Antheil des Bindemittels.
Kieselsäure und Quarz . .	43,50	
Wasser und Alkalien . . .	1,25	

§ 230.

3. Guanosorten.

Wie bereits p. 352 ausgesprochen ist, sind die Guano je nach den klimatischen Verhältnissen der Fundorte und je nach ihrer Lage zum Meere in 2 Gruppen zu theilen. Die erste

Gruppe, die stickstoffhaltigen Guano sind auf p. 352 u. f. besprochen worden; die anderen sollen hier betrachtet werden. Die Zahl der Inseln, resp. Küsten, auf denen diese Guano bis jetzt gefunden sind, ist eine sehr bedeutende. Ein großer Theil dieser Lagerstätten ist entweder bereits ganz oder doch fast ganz abgebaut, andere sind zwar noch mit Lagern versehen, von diesen wird aber aus Gründen, die sich zum Theil der näheren Kenntniß entziehen, zur Zeit nichts exportirt. Im folgenden werde ich die wichtigsten Fundorte dieser Guano, welche durch die Wirkung von Feuchtigkeit und Wärme ihrer organischen Bestandtheile größtentheils und ebenso der löslichen unorganischen Bestandtheile beraubt sind und bei denen vor allem nur die unlöslich unorganischen Bestandtheile, d. i. der Hauptsache nach der phosphorsaure Kalk verblieben sind, soweit Notizen darüber vorliegen, besprechen. Ueber die Frage, ob die betr. Inseln bereits abgebaut sind, oder nicht, resp. ob dieselben zur Zeit nichts zum Export liefern, wird ein weiterer Paragraph, soweit darüber Angaben vorliegen, das Erforderliche liefern.

a) Bakerinsel.

Diese im stillen Ocean (Pacific Ocean) unter dem 0,14° n. B. und 176° 22½ w. L. liegende Insel hat nach Drysdale ihre größte Länge von Osten nach Südwesten, welche 1914 Yards beträgt; die Breite von Norden nach Süden ist 1210 Yards und die Höhe 24½ Fuß über dem Meeresspiegel. Die Insel der Korallen-Formation angehörend, ist von einem Korallenriff, welche sich etwa 500 Fuß ins Meer erstreckt, umgeben. Auf derselben ist eine von den Sandwichinsulanern „Elma“ genannte Pflanze sehr verbreitet; außerdem wächst daselbst der Portulac sehr reichlich; die Wurzeln beider Pflanzen werden vielfach im Guano gefunden.

Die Insel ist von einer unendlichen Zahl von Vögeln bewohnt; am meisten kommt der sog. Mouton, eine Art Möve, vor; dann der Tölpel (Pelecanus sula S.); der Gannel (P. Bassanus); der Fregattenvogel (P. aquila); ferner in geringer Anzahl: der Regenvogel (Scolopax S.); die Schnepfe (Sc. gallinago) und der Regenpfeifer (Charadrius). Der Mouton baut sein Nest im Guano.

Die zuerst eingeführten Mengen dieses Guano bestanden aus einer feinerdigen von zahlreichen Wurzeln durchzogenen Masse; neuere Sendungen dagegen enthalten zahlreiche, mehr oder weniger feste Stücke von verschiedener Beschaffenheit. Eine Partie dieser Stücke ist von fast weißer Farbe und zeigt die ganz unversehrte Structur des Korallenkalks; andere sind von gelbbrauner bis graubrauner Farbe; erstere enthalten in der Mitte noch einen Kern von Korallenkalk, die anderen sind dagegen durch die ganze Masse ziemlich gleichförmig. Schließlich finden sich noch Platten von verschiedener Ausdehnung in demselben, welche in ihrer Härte zwischen dem Korallenkalke und den übrigen Massen stehen.

Siegert hat diese einzelnen Stücke besonders untersucht und folgende Zusammenstellung gefunden; A. bezeichnet die Zusammensetzung des unveränderten Korallenkalkes, B. die gelbbraune Rinde, C. die graubraunen Knollen, D. die Platten und E. die pulverige Hauptmasse des Guano, welcher alle diese Stücke enthält.

	A.	B.	C.	D.	E.
Wasser	1,45	10,25	9,03	0,90	8,20
Organische Substanz	2,57	5,11	4,02	4,47	8,30
Kali	0,10	0,44	0,43	0,46	0,62
Natron	0,45	0,78	0,62	1,21	1,13
Kalkerde	53,78	43,83	43,44	45,82	40,63
Magnesia	0,27	0,42	0,60	1,89	1,75
Phosphorsäure	0,00	33,97	33,62	38,98	37,16
Schwefelsäure	1,40	2,07	6,81	1,16	1,17
Kohlensäure	39,98	3,18	1,43	5,11	1,04
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92

Obgleich nach Drysdale Klinker oder Krusten im Bakerguano nicht vorhanden sein sollen, giebt C. Gilbert eine Analyse solcher Krusten, welche verschiedenen Ladungen an E. Güssefeld entnommen waren, wobei er zugleich anführt, daß diese Krusten einen beträchtlichen Theil jeder Ladung ausmachen.

Wasser bei 100°	0,85
Wasser bei 180°	0,83
Basisches Wasser	4,00
Kalk	42,22
Magnesia	1,06
Phosphorsäure	45,93
Schwefelsäure	2,60
Organ. Substanz	2,51
	100,00

Berechnet:

Wasser und Krystallwasser	1,68
Organ. Substanz	2,51
Basisch phosphorsaurer Kalk	28,66
Halbphosphorsaurer Kalk	60,44
Bas. phosphorsaure Magnesia	2,81
Schwefelsaurer Kalk	4,40
	100,00

Auf der folgenden Tabelle stelle ich die sonst noch bekannt gewordenen Analysen dieses Guano zusammen.

Analysen von Baker-Guano.

Wasser.	Organische Substanz	Ammoniak	Salpeter-säure	Summa des Stickstoffs	Eisenoxyd	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Chlor	Sand	Thonerde	Name der Analytiker.
3,945	7,758	0,068	0,451	1,035	0,067	43,379	2,207	0,171	0,676	40,329	0,941	0,132	0,009	—	v. Liebig.
7,35	8,86	0,13	—	0,65	0,68	43,49		0,14	0,78	36,95	1,50	0,42	0,35	—	Pincus.
3,27	7,00	—	—	—	1,05	39,11		0,43		40,00	1,29	— Chlor-alkalien.	5,50	2,35	W. Wolff.
3,460	7,580	—	0,327	0,58	—	43,500	1,250	—	—	39,600	1,070	0,392	0,356	—	Payen.
3,58	9,02	—	—	—	—	41,09	—	—	—	38,24	2,16	—	—	—	Johnson.
3,57	8,25	—	—	—	—	41,54	—	—	—	39,24	2,16	—	—	—	ders.
10,45	9,53	—	—	0,32	—	39,43	1,18	—	—	37,97	1,02	0,24	0,20	—	Barral.
4,50	6,570	—	—	—	—	43,187		0,427		39,900	5,121	—	0,295	—	C. Fritzen.
4,56	8,91	—	—	0,45	—	42,89		0,56		39,88	2,71	0,26	0,23	—	E. Heiden.
4,270	8,993	0,151	0,407	0,453	0,226	41,188	2,681	0,174	1,218	38,53	1,840	0,100	0,110	—	Hellriegel.

Diese Analysen zeigen, daß wir in dem Bakerguano ein äußerst phosphorsäurereiches Material besitzen oder richtiger gesagt, besessen haben, da die Insel abgebaut ist. Aus den angeführten Analysen ergiebt sich als durchschnittliche Phosphormenge 39 % — entsprechend 85,1 % phosphorsaurem Kalke — von welchem ein kleiner Theil löslich ist.

Ueber die Bildungsweise des Bakerguano, wie alle Guano des stillen Oceans, welche auch Pacific-Insel-Guano genannt werden, ist folgendes anzuführen. Obgleich in jenen Gegenden Regen sehr selten ist, so werden die Guanolager doch fortwährend durch die über die niedrigen Küsten hinstäubende Brandung befeuchtet. Es wirken somit Feuchtigkeit und hohe Wärme beständig auf die Excremente ein; die nothwendige Folge hiervon ist, daß das Organische rasch zersetzt wird.

Die Producte der Zersetznng sind theils löslicher, theils flüchtiger Natur. Die flüchtigen Zer- und Umsetzungs-Producte, Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, gehen in die Luft und werden von dem stets dort wehenden Passat schnell entführt, die löslichen anderseits versinken in die Tiefe, resp. werden fortgespült (Salpetersäure, Alkalisalze) und so verbleiben vor allem nur die unlöslichen unorganischen Stoffe, in erster Reihe der phosphorsaure Kalk, welcher den Hauptbestandtheil des Guano bildet.

Gleichzeitig findet zwischen den Bestandtheilen der Vogelexcremente und dem Korallenkalke gegenseitig Umsetzung statt: die phosphorsauren Alkalien der Excremente und der kohlensaure Kalk geben phosphorsauren Kalk und kohlensaures Kali.

Der Baker-Guano wurde zuerst 1860 von der amerikanischen Guano-Compagnie in den Handel gebracht.

§ 231.

b) Jarvis-Guano.

Die Jarvis-Insel, von welcher von den drei Inseln zuerst Guano in den Handel kam, liegt im stillen Ocean unterm 0° 22′ n. Br. und 159° 55′ w. L., ist 1487 Yards lang, 1870 Yards breit und 30 Fuß über dem Meeresspiegel.

Um die Insel läuft ebenfalls ein flaches Korallenriff, welches sich durchschnittlich 350 Fuß vom Ufer in die See erstreckt; von diesem Riffe erhebt sich die Insel im Winkel von etwa 15° bis allmählich zu 30°. Auf der östlichen und westlichen Seite besteht der Strand der Insel vorwiegend aus weißem Korallensand; auf der westlichen Seite liegen hin und wieder colossale, flache Blöcke korallenartigen Sandsteins; an der Nordseite besteht das Ufer fast ganz aus Steinen; auf dem Rücken der Insel liegen eben-

falls sehr große, korallenartige Sandsteine. Auf der Insel sind mehrere Guanolager; eins derselben führt den Namen „Klinker“ (Kruste); hier ist die Lagerung folgende: Die unterste Schicht besteht fast aus reinem schwefelsaurem Kalke, unmittelbar auf dem Korallenriffe ruhend. Die mittlere ist aus organischen Stoffen und phosphorsauren Salzen zusammengesetzt und die obere wird von phosphorsaurem und schwefelsaurem Kalke mit Spuren von organischen Stoffen und löslichen Salzen gebildet. Die übrigen Lager sind ohne besondere Eigenthümlichkeit; sie haben das Aussehen eines schwarzen Pulvers. Auch diese Insel ist von unzähligen Vögeln bewohnt, von welchen vor allem folgende zu nennen sind: Der Tölpel (Pelecanus sula S.); der Gannel (P. bassanus); der Fregattenvogel (P. aquila); die Trogikante (Phaeton S.) und der Mouton.

Auf der folgenden Tabelle stelle ich die bisher bekannten Analysen des Jarvis-Guano zusammen, aus denen sich der durchschnittliche Gehalt desselben an Phosphorsäure zu 20,66 % entsprechend 45,1 % phosphorsaurem Kalke, berechnet.

Analysen von Jarvis-Guano.

Wasser.	Organische Substanz.	Ammoniak.	Salpetersäure.	Gesammtstickstoff.	Eisenoxyd.	Kalkerde.	Magnesia.	Kali.	Natron.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Sand.	Kohlensaurer Kalk.	Name der Analytiker
12,118	5,992	0,039	0,318	0,647	0,090	34,839	0,568	0,456	0,332	17,676	27,021	0,203	0,273	—	v. Liebig.
9,196	8,526	—	—	0,23	—	36,826	—	Alkalien 0,143		21,818	28,993	—	—	—	Wicke.
8,53	10,26	—	—	—	—	Phosphorsaure alkal. Erden. 74,89		1,45		—	4,74 (Gyps)	—	—	0,13	Drysdale. (Durchschnit von gegen 100 Analysen).
12,00	6,11	—	—	0,61	—	Phosphorsaure alkal. Erden. 35,12		2,25		—	44,62	—	0,90	—	Malaguti.
12,00	7,70	—	—	—	—	Alkal. Erden. 34,83		—		26,47	15,85	—	—	—	Johnson.
12,69	8,97	—	—	—	—	33,68		—		19,18	25,07	—	—	—	ders.
15,834	9,409	—	—	0,321	0,034	33,512	0,034	0,0675		18,146	21,741	0,214	0,400 u. 0,612 lösl. SiO^3.	—	E. Heiden.

§ 232.

c) Der Howland-Guano.

Ueber denselben giebt Drysdale folgende Beschreibung: Er befindet sich auf der Howland-Insel, welche unterm 0,49° n. B., 176° 52′ w. L. liegt und in ihrer längsten Ausdehnung sich von Norden nach Süden 2783 Yards erstreckt; ihre Breite beträgt 825 Yards und ihre Erhebung über dem Meeresspiegel 22 Fuß. Die Ufer derselben sind ebenfalls sandig.

Unter dem Guano befindet sich auch Gyps, welcher ab und zu mit Korallensand gemischt ist, der sich aber mit dem Spaten leicht entfernen läßt. Der Portulac wächst auch hier in großer Ueppigkeit. Von Vögeln ist die Insel weit weniger als die Baker- und Jarvis-Insel bewohnt, um so mehr aber von Ratten.

Drysdale giebt die Zusammensetzung desselben, wie folgt, an:

Wasser	7,20
Organische Substanz	14,18
Phosphate	75,32
Schwefelsaure Kalkerde	1,60
Kohlensaure Kalkerde	1,27
Chloralkalien	0,43
Sand	Spur
	100,00

Von Völcker liegen noch die folgenden 3 Analysen vor:

	1.	2.	3.
Wasser	10,01	15,31	8,95
Organische Substanz	5,72	7,26	6,15
Kalkerde	43,03	39,36	43,26
Phosphorsäure	34,21	33,35	34,80
Unlösliches	0,02	0,16	0,30
Magnesia, Schwefelsäure Alkalisalze ꝛc.	7,01	4,56	6,54
	100,00	100,00	100,00
3 bas. phosphorsaurer Kalk	74,68 %	72,80 %	75,97 %

Nach dieser Analyse würde also dieser Guano dem von der Baker-Insel am nächsten stehen.

§ 233.

d) Malden-Insel-Guano.

Auch diese Insel ist eine Korallen-Insel im stillem Oceane und enthält ausgedehnte Guano-Lager. Von dieser Insel führt L. Meyn folgendes an: „Sie ist eine gehobene Lagune, ihr Guano, welcher exportfähig ist, wird nur von den Rändern und von dem Ringwalle genommen, ist daher reich mit Korallen

untermengt. Das Innere darf nur mit Vorsicht betreten werden, denn der Guanoschlamm gleicht einem aufgeweichten zähen Morastboden, in welchem man untersinkt; ein starker Geruch nach Schwefelwasserstoff, von der Wechselwirkung der organischen Reste mit dem Gyps herrührend, entwickelt sich hier aus der Tiefe.“ Dieser Guano ist von hellbrauner bis brauner Farbe und größtentheils pulverig; die compacteren in geringerer Menge vorkommenden Stücke sind leicht zerbrechlich, außerdem kommen einzelne Wurzelreste vor. Krusten (lumps) von heller Farbe und großer Härte werden aber auch hier gefunden.

Seine Zusammensetzung ist nach Völcker die folgende:

	1	2	3	4	5
Wasser	4,78	5,39	4,56	9,90	5,18
Organische Substanz und chem. gebund. Wasser	5,18	5,79	4,04	6,11	7,72
Kalkerde	46,22	45,16	46,99	42,33	45,67
Phosphorsäure	34,75	33,52	35,32	31,36	33,39
Kohlensäure	3,65	4,05	2,85	4,69	4,79
Unlösliches	0,10	0,04	0,09	0,14	0,14
Magnesia, Schwefelsäure, Alkalisalze 2c.	5,32	6,05	6,15	5,47	3,11
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3 bas. phosphorsaurer Kalk	75,86%	73,17%	77,10%	68,46%	72,89%
Kohlensaurer Kalk	8,29 „	9,20 „	6,47 „	10,66 „	10,88 „

Analysen dieses Guano liegen ferner noch von Krocker, v. Grote, Fittbogen und Cherson vor.

	Krocker	v. Grote	Fittbogen	Cherson.
Wasser	4,00	4,44	4,70	4,76
Organische Substanz	8,53	9,23	6,64	7,24
Eisenoxyd	—	1,71	0,26	0,13
Kalkerde	44,24	41,90	43,51	44,96
Magnesia	1,72	0,84	1,86	2,10
Kali	0,05	0,20	0,28	0,23
Natron	1,12	1,13	1,71	0,26
Phosphorsäure	30,36	32,90	37,58	32,04
Schwefelsäure	1,74	0,30	0,22	1,09
Kohlensäure	7,37	6,46	2,61	7,23
Kieselsäure	—	—	0,10	0,04
Chlor	1,12	0,90	0,82	0,26
	100,25	100,01	100,29	100,34
Sauerstoff ab für Chlor	0,25	0,20	0,19	0,06
	100,00	99,81	100,10	100,28
Stickstoff	0,57%	?	0,29%	0,30%
3 bas. phosphors. Kalkerde	66,27 „	71,82%	82,08 „	69,94 „

Diese Analysen zeigen, daß der Malden-Guano ein sehr brauchbares Material für die Superphosphat-Fabrikation repräsentirt, da der Gehalt desselben an Phosphorsäure, wenn auch nicht ein sehr hoher, so doch immerhin ein sehr bemerkenswerther und gleichzeitig der an Eisenoxyd ein sehr geringer ist. Weiter lassen die Analysen aber auch erkennen, daß die Zusammensetzung dieses Guano ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, da der Gehalt an Phosphorsäure innerhalb der Grenzen von 30,36 und 37,58% liegt.

Die Malden-Insel gehört zu den wenigen Guano-Inseln, welche bis jetzt noch nicht erschöpft sind.

§ 234.

e) Starbuck-Guano.

Diese Starbuck-Insel, welche südlich von der Malden-Insel liegt, liefert sowohl einen pulverigen als auch Krusten-Guano; letzterer sehr reich an Phosphorsäure.

Völcker giebt die folgenden Analysen:

	Pulverige Masse.	Krusten-Guano. 1.	2.
Wasser	11,56	8,75	10,01
Organische Substanz	7,25		
Kalk	41,04	40,94	44,96
Magnesia	1,16	0,64	?
Phosphorsäure	33,61	45,57	40,12
Schwefelsäure	0,88	3,56	4,87 und Magnesia
Kohlensäure	1,05	—	
Alkalisalze und Verlust	3,43	0,47	
Unlösliches	0,02	0,07	0,04
	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	0,39 %	? %	? %
3 bas. phosphors. Kalk	73,38 „	99,48 „	87,58 „

Die Analysen des Krusten-Guanos thuen dar, daß ein Theil der Phosphorsäure als 2 bas. phosphorsaurer Kalk vorhanden sein muß; in dem Pulver dagegen finden wir dieselbe als 3 bas. phosphorsauren Kalk.

§ 235.

f. Enderbury-Guano.

Die Insel Enderbury, ebenfalls südlich von der Malden-Insel gelegen, hat, oder besser hatte einen Guano von hellbrauner Farbe, welcher auf derselben theils pulverig, theils in mehr oder weniger harten Krusten vorhanden war.

Die Krusten sind von hellgelber und mehr dunkelgrauer Farbe, letztere viel leichter zerreiblich als jene Die Krusten sind auch hier beträchtlich reicher an Phosphorsäure, als die pulverige Masse.

Die Zusammensetzung ist nach Völcker die folgende.

Wasser	8,76	8,33	11,67
Organische Substanz	8,81	6,45	
Kalk	40,76	41,96	42,83
Phosphorsäure	28,74	37,79	38,67
Kohlensäure	7,26	1,46	6,65
Magnesia, Alkalisalze ꝛc.	5,58	3,95	
Unlösliches	0,09	0,06	0,18
	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	0,38 %	? %	? %
3 bas. phosphors. Kalk	62,74 „	82,49 „	84,42 „
Kohlensaurer Kalk	16,50 „	3,31 „	? „

Aus den Analysen des Krusten-Guano geht hervor, daß in demselben die Phosphorsäure zum großen Theile als 2 bas. phosphorsaurer

Kalk vorhanden sein muß, was im Verein mit dem Reichthume an Phosphorsäure denselben für die Superphosphat-Fabrikation äußerst werthvoll machte. Auch in dem pulverigen Guano muß ein Theil der Phosphorsäure als 2 bas. phosphorsaurer Kalk enthalten sein.

§ 236.

g. Fanning-Island-Guano.

Auf der auch im stillen Ocean belegenen Korallen-Insel Fanning ist in neuester Zeit Guano von dunkelbrauner Farbe mit leicht zerreiblichen Stücken gefunden worden, welcher nach der Analyse von H. Gilbert die folgende Zusammensetzung hat.

Wasser	8,00
Org. Substanz .	12,32
Kalk	42,84
Magnesia . . .	0,61
Phosphorsäure .	34,16
Schwefelsäure . .	0,19
Kohlensäure . .	1,30
Fluor	1,01
	100,48
Sauerstoff ab für Fluor	0,43
	100,00
3 bas. phosphorsaurer Kalk	74,57 %

Dieser Guano ist hiernach reich an Phosphorsäure und bietet deshalb ein sehr gutes Material für die Superphosphat-Fabrikation.

Erschöpft scheint die Insel bis jetzt noch nicht zu sein.

§ 237.

h. Browse-Island-Guano.

Auf der ebenfalls zur Gruppe der Pacific-Inseln gehörigen Browse-Insel ist nach der Analyse von H. Gilbert ein Guano von folgender Zusammensetzung gefunden worden.

Wasser	15,00
Organ. Substanz	10,30
Eisenoxyd	0,32
Kalkerde	39,94
Magnesia	0,21
Natrium	0,06
Phosphorsäure	31,40
Schwefelsäure	1,01
Kohlensäure	1,48
Fluor	0,34
Chlor	0,08
	100,14
Sauerstoff ab für Fluor	,14
	100,00
3 bas. phosphorsaurer Kalk	68,54 %

§ 238.

i. Lacepede-Island-Guano.

Ueber den Guano von der Lacepede-Insel liegen 2 Analysen und zwar eine von H. Gilbert und eine von Cherson vor. Die Zusammensetzung desselben ist hiernach.

	Gilbert.	Cherson.
Wasser	12,40	6,78
Org. Substanz	9,92	10,54
Eisenoxyd	0,75	1,61
Kalkerde	40,80	41,08
Magnesia	0,93	0,55
Kalium	—	0,17
Natrium	0,06	0,15
Phosphorsäure	33,64	35,22
Schwefelsäure	0,10	0,50
Kohlensäure	0,86	1,05
Kieselsäure	—	1,88
Fluor	0,77	Spur
Chlor	0,10	0,42
	100,33	99,90
Sauerstoff ab für Fluor	0,33	—
	100,00	99,90
Stickstoff	? %	0,65 %
3 bas. phosphors. Kalk	73,43 „	76,88 „

§ 239.

k. Huon-Insel-Guano.

Von dem Guano dieser Insel hat Chevron eine Analyse gemacht, nach welcher derselbe die folgende Zusammensetzung hat.

Wasser	9,74
Organ. Substanz	19,90
Eisenoxyd	0,24
Kalkerde	37,60
Magnesia	0,09
Kali	0,28
Natron	0,18
Phosphorsäure	28,59
Schwefelsäure	0,44
Kieselsäure	0,08
Kohlensäure	3,01
Chlor	0,11
Fluor	Spur
	100,26
Sauerstoff ab für Chlor	0,02
	100,24
3 bas. phosphorsaurer Kalk	62,41 %
Stickstoff	1,16 „

Diese bis jetzt besprochenen Inseln des Stillen Oceans werden nach dem mir in sehr liebenswürdiger Weise von Herrn Emil Güssefeld, Hamburg, in dessen Händen sich der Import aller dieser Guano seit Entdeckung der Baker-Insel befindet, privatim zugegangener Nachricht mit Ausnahme der Malden-Insel sämmtliche zur Zeit nicht mehr bearbeitet, obgleich auf denselben auch kleine Vorräthe vorhanden sind. Die Malden-Insel liefert zur Zeit noch jährlich ca. 8—100000 Tons.

Weiter sei hier noch bemerkt, daß die Guano dieser Inseln meistens unter dem Namen Baker-Guano in den Handel gekommen sind. Da diese Guano, wie die obigen Analysen gezeigt haben, sich sehr ähnlich sind, so war diese Bezeichnung auch vollständig berechtigt und dies noch um so mehr, als ja von dem Landwirthe nicht Rohguano, sondern Superphosphat gekauft wird, bei dem in ganz Deutschland Garantie geleistet werden muß, weshalb es für den Käufer vollkommen gleichgiltig ist, von welchem Rohguano aus dieser Gruppe derselbe dargestellt ist. Nur der Malden-Guano ist meines Wissens unter eigenem Namen auf den Markt gekommen.

§ 240.

1. Sombrero-Felsen-Guano.

Dieser Guano führt auch die Namen Sombrero-Insel-Guano und Sombrerit.

Er kommt auf einigen kleinen Inseln Westindiens, namentlich Sombrero vor, welche unterm 18° 35′ n. Br. und 3° 28′ w. L. liegt.

Ueber die Beschaffenheit und den Ursprung dieses Guano liegen sich widersprechende Analysen vor. Während derselbe nach Völcker fast ganz ohne Knochenfragmente ist, giebt Phipson an, daß er fossile Knochen und einige Muschel in sich schließt; während ihn ferner Phipson dicht und hornartig nennt, bezeichnet ihn Völcker einerseits als porös, zerreiblich, andererseits wieder als von bedeutender Härte und Dichte.

Nach Phipson ist er von weißer bis röthlicher Farbe, nach Völcker dagegen meistens hell gelblich grün, auch hellgrün, hellgelb, violett, bläulich oder blaßroth. Völcker hat ferner in allen von ihm untersuchten Proben Eisenoxyd gefunden, Phipson dagegen nur in einigen, in andern nicht. Phipson führt dann noch an, daß er an der Zunge wie Thon klebt, und will denselben nun als eine besondere mineralische Species, welcher er den Namen „Sombrerit" giebt, angesehen wissen. Ebenso wenig wie die Beschreibungen von Völcker mit denen von Phipson, ebenso wenig stimmen mit denen von Phipson die von Julien überein. Julien sagt von diesem Guano folgendes: Es giebt eine natürliche Eintheilung des Sombrero-Phosphorits in zwei Arten. Die eine ist von oolitischer (roggen- oder erbsensteinartiger) Struktur, von einer großen Mannigfaltigkeit der Farben und enthält, außer Knochenkalk ($3CaOPO^5$) und neutralem Kalkphosphate ($2CaOPO^5$), die Phosphate von Thonerde, Eisen und Magnesia, organische Stoffe, Kieselerde u. s. w. (Uebereinstimmend mit der Beschreibung und den Analysen von Völcker.) Die andere Art, gemeiniglich von einer mehr gleichartig dichten Struktur, ist von einer weißen oder gelblich weißen Farbe, enthält kohlensauren und schwefelsauren Kalk, ist aber vornehmlich reich an phosphorsaurem Kalk. Aus diesen und anderen Erscheinungen ist es beinahe gewiß, daß die erstere mehr dem ursprünglichen Niederschlage gleicht und älter, als die zweite, während die letztere gleichförmiger in der Zusammensetzung ist. Diese Arten sind so characteristisch, daß es schwierig sein würde, einen Block dieses Gesteins von einem Kubikfuß Dimension zu finden, an welchem die eine oder beide derselben nicht wahrnehmbar wären.

Das Gestein ist ferner mit Schichten von gewöhnlichem Korallen-Kalkstein durchzogen; die Muscheln, deren Phipson Erwähnung thut, gehören nach Julien ganz und gar dem Korallen-Kalkstein an, was von Cohn, der 1000 Ctr. zur Darstellung von Superphosphat bezogen hatte, bestätigt wird.

Als Fossilien des Gesteins sind bis jetzt nur eine Art Knochen, die Schaalen eines Krebses, Wurzelfasern und eine kleine Koralle entdeckt. Die Art des Guano von der dichteren Struktur, welche namentlich auf dem südlichen Theile der Insel vorherrscht, enthält nach Julien durchschnittlich 83—88 % phosphorsauren Kalk und weniger als 1 % phosphorsaure Thon-

erde. Phipson will dagegen durchschnittlich 17 % phosphorsaure Thonerde gefunden haben; auch die Analysen von Völcker zeigen einen nicht unbedeutenden Gehalt davon. Die Angaben Julien's über die Zusammensetzung stimmen dagegen mit der Analyse von Ritthausen vollständig überein.

Diese Widersprüche in den Angaben finden wohl zum Theil in der Annahme ihre Erklärung, daß die Beschaffenheit des Materials von verschiedenen Lagerstätten eine variirende ist.

Der Import dieses Materials hat sich in der ersten Hälfte der 70ziger Jahre verringert, woraus wohl gefolgert werden muß, daß die zugängliche Masse abgenommen hat. Es wird in neuerer Zeit unter dem Meeresspiegel gewonnen und mit großen Schwierigkeiten verladen und zwar nur in der besseren Jahreszeit. Eine Actiengesellschaft betreibt das Geschäft. Wie weit jetzt noch Vorräthe vorhanden, ist mir nicht bekannt.

Auf der folgenden Tabelle stelle ich einige ältere und einige neuere Analysen (1875) zusammen; aus denselben geht hervor, daß das Material etwas schlechter geworden ist. Während die älteren Analysen im Durchschnitt 35,34 % Phosphorsäure, entsprechend 76,45 % 3 bas. phosphorsauren Kalk nachweisen, zeigen die neueren nur 32,18 % dieses Nährstoffes, entsprechend 70,25 % 3 bas. phosphorsaurem Kalk.

Analysen von Sombrero-Guano.

Hygroscopisches Wasser.	Chem. gebundenes Wasser und wenig org. Stoffe.	Eisenoxyd.	Thonerde.	Kalkerde.	Magnesia.	Kali.	Natron.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Chlor.	Silicate.	Phosphorsaur. Kalkerde nach der Phosphorsäure berechnet.	Name der Analytiker.
9,06	4,88	2,82	6,89	36,17	0,36	nebst Fluor bei Völcker 1,86		34,41	0,66	1,55	nicht bestimmt	1,84	74,55	Völcker 1861.
7,51	6,19	3,22	4,26	38,19	0,44	1,87		35,09	0,44	1,36	0,39	1,04	76,02	ders. "
10,09	4,90	2,85	4,23	38,42	0,41	1,61		34,11	0,36	1,68	0,31	1,08	73,90	ders. "
4,22	6,57	2,98	6,23	39,07	0,52	1,85		34,76	0,36	1,75	0,28	1,41	75,31	ders. "
2,94	5,94	3,70	7,55	37,99	0,58	1,92		35,52	0,36	0,96	0,43	2,05	76,90	ders. "
15,10		11,42		35,95	2,74			32,51	0,42	1,14	—	1,14	69,42	ders. "
13,06		11,78 (nebst Magnesia u. Alkalien)		37,52	—	—	—	34,34	—	1,45	—	1,88	74,40	ders. "
9,00	Quells. Ammon. 0,20	—	7,13	38,59	—	—	0,57	39,64	0,80	2,20	0,87	1,00	86,53	Phipson.
8,96	—	Phosphors. Thonerde und Eisenoxyd: 44,21		22,69	1,22	—	—	36,36	0,50	1,47	—	0,70	79,86	Anderson.
4,00		0,96		51,70	—	—	Spur	36,69	Spur	6,51	—	—	80,10	Ritthausen.
—	8,14	7,14		45,33	?	?	?	32,82	—	5,58	—	0,99	71,65	Völcker 1875.
7,03	1,64	4,29		46,11	?	?	?	32,45	—	7,33	—	1,15	70,84	ders. "
7,63	1,49	4,87		45,92	?	?	?	31,70	—	7,30	—	1,09	69,20	ders. "
8,92		7,07		45,69	?	?	?	31,73	—	5,99	—	0,60	69,27	ders. "
3,90	5,77	2,84		45,12	0,51	—	0,19	32,80	0,22	6,08	0,79 [1]	2,07	71,60	

[1]) Und Fluor.

§ 241.

m. Mejillones-Guano.

Ueber die Lagerungsverhältnisse dieses Guano führt L. Meyn folgendes an:

Von der kurzen, kaum 25 Meilen langen, fast meridional verlaufenden Felsenküste, welche der Continentalstaat Bolivia zwischen den langen Küstenstrecken Peru's und Chile's mühsam errungen, springt eine etwa 10 Meilen lange Strecke unter dem Wendekreis des Steinbockes fast 3 Meilen weit in das Meer heraus und beschirmt mit ihrer etwas verlängerten äußeren Felsenküste im Süden die Bai von Moreno, im Norden die von Mejillones. Die letztere, völlig geschützt vor den Winden und vor der großen Meeresströmung durch den Vorsprung der Halbinsel Leading Bluff, den nach dem Meere zu noch Halbinseln umgeben, öffnet ihre Einsegelung unter 23° s. B. und bildet einen vortrefflichen Hafen.

Die gewaltige Felsenhalbinsel, durchschnittlich 1000—1200' hoch, erscheint oben als eine muldenförmige Sandebene; nur der Vorsprung derselben, welcher die Bai schützt, hat höhere Berge, zunächst westlich von der Stadt einen von 1500' und dann nördlich von diesem den Hauptkörper des Felsenhornes bildend den Morro de Mejillones 2600' hoch. Am Abhange dieses Berges gegen die Bai befindet sich — richtiger jetzt befand sich — das große Guanolager. Das Hauptlager war etwa 1700' über dem Meeresspiegel an den unregelmäßigen Abhängen des Berges befindlich.

Dieser Guano ist*) ockerfarbig, ohne eisenhaltig zu sein, besteht ca. zu $^3/_4$ aus Pulver und zu $^1/_4$ aus kleinen Knollen, hat ein geringes spec. Gewicht, ist daher leicht in Wasser suspendirbar, und enthält ferner eine ziemlich bedeutende Menge organischer Substanz, 6—7%, mit 0,5—0,75% Stickstoff. Der Gehalt an phosphorsaurem Kalk, der anfänglich 70—76% (1871) und dann 1872 im Mittel auf 78% stieg, ist 1876 auf 64 bis 77% heruntergegangen. Die Phosphorsäure ist nur zum Theil als 3bas. phosphorsaure Kalkerde vorhanden, ein Theil muß entweder 2bas. phosphorsaurer Kalk oder 2 oder 1bas. phosphorsaure Magnesia sein, da der Guano mehr Phosphorsäure enthält, als in den 3bas. Verbindungen von Kalk und Magnesia enthalten sein könnten.

Dieses Lager, das anfänglich nach offiziellen Angaben auf 2—4 Mill. Tons geschätzt wurde, ist gegenwärtig fast erschöpft und nach Bestimmung der Regierung die Exportation desselben untersagt, aus welchem Grunde ich auch nur in Kürze dies Lager beschrieben habe.

---

*) Ist das Lager jetzt auch so ziemlich erschöpft, so sind die Niederlagen der Importeure zur Zeit doch noch nicht geleert.

Zur Characteristik der ersten und der späteren Importe mögen die folgenden Analysen dienen.

	Fresenius und Neubauer.	H. Gilbert.
Wasser	—	9,14
[1]) Organische Substanz	10,16	2,53
Gebundenes Wasser		7,29
Eisenoxyd	0,04	1,35
Thonerde		
Kalkerde	34,60	30,64
Magnesia	6,60	3,45
Natrium	1,47	0,85
Phosphorsäure	38,40	35,33
Schwefelsäure	1,46	1,92
Kohlensäure	0,90	0,14
Kieselsäure	—	7,32
Chlor	2,27	0,54
	95,90	100,00

[1]) Außerdem 0,018 Ammoniumoxyd und 0,034 % Salpetersäure.
Stickstoff 0,729

Berechnet:

	Fresenius und Neubauer.	H. Gilbert.
Wasser	—	9,14
Organ. Substanz	10,16	7,29
Eisenoxyd und Thonerde	—	1,35
phosphorsaures Eisenoxyd und Thonerde	0,07	—
bas. phosphorsaurer Kalk	60,56	33,64
halbsaurer phosphorsaurer Kalk	—	26,44
halbsaure phosphors. Magnesia	17,96	10,35
schwefelsaurer Kalk	1,07	3,26
kohlensaurer Kalk	2,05	0,32
schwefelsaure Magnesia	1,53	—
Chlornatrium	3,79	0,89
Kieselsäure	—	7,32
	97,19	100,00

Völcker giebt im Jahre 1876 die folgenden Analysen:

Wasser	8,76	7,45	6,61	7,09	6,38
Org. Substanz u. Ammoniksalze	6,49	7,34	6,28	7,44	6,79
Eisenoxyd	0,54	0,38	0,64	0,69	?
Kalkerde	37,60	36,81	36,42	33,97	35,50
Magnesia	2,83	6,09	3,42	3,17?	?
Kali	—		—		?
Alkalisalze, einschließlich	3,93		5,62		?
Kochsalz	1,83	2,47	—		?
Phosphorsäure	34,40	30,72	32,52	33,97	35,25
Schwefelsäure	1,68	6,76	4,89	2,53	?
Kohlensäure	0,45	0,75	1,37	2,76	?
Unlös. Kieselsubstanz	1,49	1,23	2,23	2,49	4,39
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	0,98%	0,89%	0,79%	0,93%	0,72%
3 bas. phosphorsaurer Kalk	75,09 „	64,06 „	70,99 „	71,15 „	76,95 „
kohlensaurer Kalkerde	1,02 „	1,70 „	3,11 „	6,25 „	?

Generalagenten für den Vertrieb dieses Guano für den nordeuropäischen Continent sind die Herren Müller, Pelzer & Co. in Antwerpen, welche den Alleinverkauf desselben für Deutschland und die angrenzenden Länder den Herren Schroeder, Michaelsen & Co. in Hamburg übertragen haben. Von dem letzteren Hause ist mir die Notiz, daß das Lager fast erschöpft sei und zur Zeit davon nicht mehr exportirt wird, freundlichst zugegangen.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß der Mejillones-Guano nach der gewöhnlichen Zubereitungs-Methode zu Superphosphat verarbeitet ein Fabrikat liefert, das wegen seiner Feuchtigkeit mit der Sämaschine nicht gestreut werden konnte. Es war deshalb nothwendig, diesen Guano vor der Behandlung mit Kummersäure zu trocknen.

§ 242.

n) Raza-Insel-Guano.

Dieser Guano wurde, soweit mir bekannt, im Jahre 1874 in den Handel gebracht; nähere Angaben über die Lagerungs-Verhältnisse desselben sind mir nicht bekannt.

1874 ging der hiesigen Versuchsstation eine Probe dieses Krustenguano zu, welche von Franz Voigt untersucht, die folgende Zusammensetzung ergab.

Wasser	4,08
Organ. Substanz	9,26
Eisenoxyd	1,14
Kalkerde	35,28
Magnesia	1,18
Phosphorsäure	39,70
Schwefelsäure	4,03
Kieselsäure	0,46
Chlor	0,03
Sand	4,84
	100,00
Stickstoff	0,40 %
Lösliche Phosphorsäure	0,51 „

Von Völcker liegt ferner noch die folgende Analyse vor:

Wasser und organ. Substanz . . .	12,34
Kalkerde	36,57
Phosphorsäure	38,35
Magnesia, Alkalisalze, Schwefelsäure ꝛc.	8,71
Unlösliches	4,03
	100,00

Aus dem Analysen-Befunde geht hervor, daß in dem Raza-Guano ein Theil Phosphorsäure als 2 bas. phosphorsaurer Kalk enthalten ist, und daß derselbe somit, da er hochgrädig, Eisenoxyd nur wenig und Fluor gar nicht in demselben vorkommt, ein vorzügliches Material für die Superphosphat-Fabrikation ist. Ueber die Stärke des Lagers liegen mir keine Angaben vor, daher ist mir auch nicht bekannt, ob derselbe bereits erschöpft, oder ob noch Vorräthe vorhanden sind.

§ 243.

o. Californischer Guano.

Nähere Angaben über den Fundort und die Lagerungs-Verhältnisse ꝛc. dieses aus dem Golf von Californien stammenden Guano liegen mir nicht vor.

Ueber die Zusammensetzung desselben giebt Völcker die folgenden Analysen:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Wasser	4,83	1,30	3,70
Organische Substanz und gebundenes Wasser . . .	12,72	9,80	11,13
Eisenoxyd.	0,50	7,18	9,54
Thonerde	0,81	+ Magnes., Alkalisalze u. Kohlens.	
Kalk	37,36	37,21	34,07
Magnesia	1,76	—	—
Alkalisalze	5,54	—	—
Phosphorsäure	34,33	40,31	34,81
Kohlensäure	0,46	—	—
Unlösliche Kieselsubstanz . .	1,69	4,20	6,75
	100,00	100,00	100,00
¹) Stickstoff darin	1,04	0,87	0,86
²) 3bas. phosphorsaur. Kalk	74,94	88,01	75,99

§. 244.

p. Avalo-Guano.

Derselbe ist auf der Avalo-Insel, welche einer kleinen Inselgruppe in der Nähe der Südküste von Cuba angehört, gefunden worden. 1882 wurde mir eine Probe dieses Guano zur Untersuchung übergeben. Nach dieser Probe besteht der Guano aus einer dunkel- bis schwarzbraunen pulverigen, mit vielen kleinen Würzelchen untermischten Masse und Knollen von verschiedener Größe und Form. Diese Knollen zeigen im Innern eine weißgelbliche bis gelbröthliche Farbe. Nach der von A. Schlimper vorgenommenen Untersuchung ist die Zusammensetzung des Pulvers und der Knollen die folgende:

	Pulver.	Knollen.
Wasser	20,12	6,30
Organ. Substanz und geb. Wasser	10,96	7,29
Eisenoxyd	5,88	2,97
Manganoxydoxydul	Spur	—
Thonerde	Spur	Spur
Kalkerde	31,15	44,52
Magnesia	0,44	—
Kali	0,16	Spur
Natron	Spur	0,11
Schwefelsäure	0,10	—
Phosphorsäure	24,36	35,43
Kohlensäure	2,00	3,06
Kieselsäure	2,42	0,07
Chlor	Spur	Spur
Sand	2,41	0,25
	100,00	100,00
Stickstoff	0,45 %	0,03 %
In Wasser lösl. Phosphorsäure	0,29 „	0,14 „
Zurückgegangene Phosphorsäure	Spur „	3,14 „

Von Merck & Co. in Hamburg ist 1882 eine Schiffsladung dieses Guano bezogen worden, jedoch von weiteren Bezügen, da die Beschaffenheit der Waare nicht befriedigte, zunächst abgesehen worden.

§ 245.

q. Aves-Guano.

Während die meisten der bis jetzt besprochenen Guano-Lager fast erschöpft sind, oder aus dem einen oder anderen Grunde zur Zeit nicht bearbeitet werden, kommen wir hier zur

Besprechung eines Guano, der erst jetzt entdeckt und deshalb sein werthvolles Material für die Superphosphat-Fabrikation hoffentlich noch längere Zeit Europa und vor allem Deutschland darbieten wird.

Die Entdeckung des Aves-Guano und vor allem die Erwerbung desselben durch das rühmlichst bekannte große Importhaus **Schroeder, Michaelsen & Co.** in Hamburg haben auf längere Zeit dem Mangel an Rohguano für die Guano-Superphosphate abgeholfen.

Die Aves-Inseln liegen im Caraïbischen Meerbusen an der Küste von Venezuela und zwar unter dem 12° nördlicher Breite und zwischen dem 67° und 68° westlicher Länge von Greenwich und bestehen aus 2 kleineren Inselgruppen: westlich den Aves de Sotavento und östlich den Aves de Barlovento.

Die Mächtigkeit der Lager ist, wie dies stets in ähnlichen Fällen, auch nicht mit annähernder Sicherheit zu schätzen, doch scheint aus allen Berichten so viel hervorzugehen, daß bei nicht zu hohen Anforderungen die Lager ca. ein Menschenalter ausreichen dürften, ja nach optimistischen Beurtheilern sogar 50 Jahre. Derartige Angaben sind aber mit großer Vorsicht aufzunehmen, da die genaue Bestimmung der Mächtigkeit derartiger Lager sehr große Schwierigkeiten darbietet. Es sei hier nur an die verschiedenartigsten Angaben über die Mächtigkeit der Peruguanolager auf den Chinchas-Inseln erinnert.

Die Lager auf den Aves-Inseln sind nicht von gleicher Beschaffenheit. Um nun zum Export nur Waare von gleichmäßiger und guter Beschaffenheit zu bringen, ist an Ort und Stelle ein Chemiker thätig.

Die Rohwaare, soweit sie mir vorliegt, besteht aus feinem Pulver und Stückchen von der Größe von mehr oder weniger grobem Schrot bis Erbsengröße; ausnahmsweise kommen auch größere Stücke vor.

Eine Quantität von ca. 5 Kilo enthielt an Pulver .	77,6
Schrot über 1—2 mm Körnergröße	15,8
und Stückchen über 2 mm Durchmesser	6,6
	100,0

Unter den gröberen Theilen befinden sich häufig Korallenstücke und kleine Muscheln, resp. Stückchen von Muscheln; hieraus geht wohl zunächst hervor, daß die Aves-Inseln ebenfalls, wie z. B. die Baker-Inseln, Korallen-Inseln sind, daß somit der Guano auf Korallen lagert. Das Vorkommen von Würzelchen, sowie anderen Pflanzenüberresten spricht weiter dafür, daß die Inseln nicht ganz vegetationslos sind.

Die Farbe des Aves-Guano ist eine hellbraune und zwar eine hellere, als die des Baker-Guano, mit dem er zunächst in der äußeren Beschaffenheit eine gewisse Ähnlichkeit hat.

30*

Von dem Hause Schroeder, Michaelsen & Co. ging mir im Frühjahr dieses Jahres (1888) Rohguano und aufbereiteter (präparirter) Guano zur Untersuchung zu. Die aufbereitete Waare, wie sie als Rohmaterial für die Superphosphat-Fabrikation für den Handel bestimmt ist, ist einer vollständigen Analyse unterworfen worden.

Von der Rohwaare sind andererseits noch die gröberen Theile — über 2 mm. Körnergröße — untersucht; bei diesen ist die Analyse aber vor allem nur auf die phosphorsauren Verbindungen ausgedehnt worden, so daß die Alkalisalze etc. nicht bestimmt worden sind. Die gröberen Theilchen wurden vor der Untersuchung durch sorgfältiges Waschen vom anhaftenden Pulver befreit.

Die Analysen, ausgeführt von Dr. E. Günz, ergaben die folgenden Resultate:

1. Aufbereiteter (präparirter) Guano.

Wasser	6,83
Org. Substanz	7,03
Eisenoxyd	0,22
Thonerde	0,36
Kalkerde	42,62
Magnesia	2,03
Kali	0,14
Natron	1,44
Ammoniumoxyd	0,22
Phosphorsäure	33,12
Schwefelsäure	1,19
Kohlensäure	3,84
Salpetersäure	Spur
Chlor	1,07
Fluor	—
Kieselsäure	0,18
Sand	0,17
	100,46
Sauerstoff ab für Chlor	0,24
	100,22

Stickstoff in Ammoniakform	0,121 %
Gesammtstickstoff	0,284 „
In Wasser lösliche Phosphorsäure	0,064 „

oder

Wasser	6,83
Organ. Substanz	7,03
Eisenoxyd	0,22
Thonerde	0,36
2 bas. phosphorsaurer Kalk	72,30
Kohlensaurer Kalk	3,73
Kohlensaure Magnesia	3,84
Schwefelsaure Magnesia	0,61
Kalkerde	1,35
Schwefelsaures Kali	0,26
Schwefelsaures Natron	1,17
Chlornatrium	1,76
Kohlensaures Ammoniumoxyd	0,41
Kieselsäure	0,18
Sand	0,17
	100,22
Gesammtstickstoff	0,284 %
In Wasser lösl. Phosphorsäure	0,064 „

2. Gröbere Theile des Guano.

Wasser	4,24
Organ. Substanz	6,37
Eisenoxyd und Thonerde	0,19
Kalkerde	45,77
Magnesia	2,46
Phosphorsäure	25,18
Kohlensäure	14,35
Sand	0,20
Nicht bestimmt	1,24
	100,00

oder:

Wasser	4,24
Organ. Substanz	6,37
Eisenoxyd und Thonerde	0,19
3 bas. phosphorsaurer Kalk	50,78
Kohlensaurer Kalk	32,61
3 bas. phosphorsaure Magnesia	3,54
Magnesia	0,84
Sand	0,20
Nicht bestimmt	1,23
	100,00

Aus den Resultaten der ersten Analyse geht hervor, daß der Aves-Guano desselben Ursprungs ist, wie der Baker- und Mejillones-Guano, und daß er daher den Namen „Guano“ mit vollem Rechte führt. Hierfür sprechen in erster Reihe die organischen Stoffe mit ihrem Gehalte an Stickstoff, sowie daß die Substanz frei von Fluor ist.

Durch den hohen Gehalt an Phosphorsäure reiht sich dieser Guano dem Baker- und Mejillones-Guano würdig an. Die Phosphorsäure auf phosphorsauren Kalk berechnet, ergiebt, wie die umgerechnete Analyse darthut, einen Gehalt an letzterem von 72,30%. Wir haben somit in dem Aves-Guano ein an Phosphorsäure reiches Rohmaterial für die Superphosphat-Fabrikation, aus dem sich schöne hochgrädige Superphosphate darstellen lassen.*)

Mehrere in letzter Richtung von mir angestellte Versuche haben ergeben, daß sich unter Anwendung der entsprechenden Menge Schwefelsäure Superphosphate mit 18—19% löslicher Phosphorsäure herstellen lassen. So erhielt ich bei Verwendung von 70 Grm. Schwefelsäure (60° B.) auf 100 Grm. Rohguano ein Superphosphat mit 18,55% und bei Verwendung von 80 Grm. genannter Säure auf 100 Grm. Rohwaare ein solches von 19,08% in Wasser löslicher Phosphorsäure.

Wird der Roh-Aves-Guano vollständig aufgeschlossen, so würde laut Rechnung ein Superphosphat mit ca. 20% löslicher Phosphorsäure resultiren.

Diesen Versuchen im Laboratorium stehen Versuche aus der Praxis gegenüber, welche dieselben voll bestätigen. Die Herren H. Burchard & Co. in Hamburg haben auf Wunsch der Herren Schröder, Michaelsen & Co. eine Partie Aves-Guano in ihrer Fabrik aufgeschlossen und zwar in der Art, daß sie auf 100 ℔ Guano 90 ℔ Schwefelsäure von 52° B. verwendeten. Die von der Fabrik benutzte Rohwaare hatte nach der im hiesigen Laboratorium ausgeführten Analyse von Dr. E. Günz 34,02% Phosphorsäure, resp. 74,26% dreibasisch phosphorsauren Kalk. Das aus dieser Rohwaare dargestellte Superphosphat enthielt 19,57% löslicher Phosphorsäure.**)

§ 246.

r. Curaçao-Insel-Guano.

Dieser Guano stammt von der Insel Little Curaçao, welche mehrere Meilen von der Küste von Venezuela und zwar 12° nördlicher Breite und 51° westlicher Länge im Meerbusen von Maracaibo liegt und vor ca. 10 Jahren entdeckt wurde.

---

*) Nach den neuesten mir zugegangenen Nachrichten sollen die letzten Importe im Gehalte geringer gewesen sein, was sich vielleicht dadurch erklärt, daß die Sichtung an Ort und Stelle nicht vorsichtig genug vorgenommen worden ist.

**) Ich habe den Aves-Guano eingehender beschrieben, als die meisten früheren, da derselbe nach den vorliegenden Nachrichten hoffentlich eine Reihe von Jahren zur Deckung des Bedarfs an phosphatischem Guano sehr wesentlichen Antheil nehmen wird. Bei der ungleichen Beschaffenheit des Lagers ist allerdings sorgfältige Sichtung dringend nothwendig, so daß die Thätigkeit eines tüchtigen Chemikers an Ort und Stelle sehr wünschenswerth erscheint.

Derselbe ist von hellbrauner Farbe, geruchlos und meist fein pulverig, untermischt mit kleineren und größeren leicht zerreiblichen Klumpen von gleicher Farbe oder etwas bräunlicher Färbung und geringen Mengen von Wurzeln. Die Zusammensetzung desselben zeigen die folgenden Analysen: p. 472.

Diese Analysen lassen diesen Guano als ein durchaus gutes, dem Baker-Guano sehr ähnliches Rohmaterial für die Superphosphat-Fabrikation erkennen. Bemerkt sei noch, daß die geringe Menge Stickstoff theils in Form einer organischen Substanz, theils in Form von Salpetersäure und Ammoniak vorhanden ist. Daß diese Masse als ein wirklicher Guano zu bezeichnen, zeigen die analytischen Ergebnisse im Zusammenhang mit der äußeren Beschaffenheit zur Genüge.

Diese Insel, oder richtiger das Guanolager, ist gesunken und liegt jetzt auf dem Meeresboden.

Hat die Little-Curaçao-Insel hiernach ein phosphorsäurereiches Rohmaterial, das der Guano zu nennen ist, so kommt dagegen auf der Great-Curaçao-Insel ein mineralisches Phosphat vor, welches sehr werthvoll und nach privatim mir zugegangener Mittheilung von Emil Güssefeld unter diesen Mineralien die erste Stelle einnimmt. Dies Mineral ist von weißlich grüngelblicher Farbe und mit mehr oder weniger großen unregelmäßigen Hohlräumen durchsetzt; es erscheint bald breccieartig, bald als Conglomerat und ist, wenn auch von ziemlicher Härte, doch nicht allzu schwer zu einem feinen Pulver von fast weißer Farbe zu zerkleinern.

Die Zusammensetzung des Curaçao-Phosphates zeigen die folgenden Analysen, von welchen die erste aus den Laboratorien von Emil Güssefeld und die andere von Völcker herrührt.

Hygroskopisches Wasser	0,64
Chem. gebund. Wasser	0,20
Eisenoxyd	0,20
Kalkerde	51,00
Magnesia	0,97
Natron	0,11
Phosphorsäure	39,96
Kohlensäure	3,08
Schwefelsäure	0,63
Fluor	0,48
Chlor	0,12
Kieselsäure	0,33
	99,72
Sauerstoff ab	0,23
	97,49

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	E. Peters 1873	F. Krocker 1873	E. Karmrodt 1873	A. Völcker 1876.					
Wasser	7,90	7,80	10,41	11,53	8,05	16,80	8,28	11,49	10,29
Organische Substanz	7,14	6,90	8,57	7,11	8,70	6,30	7,34	5,81	7,39
Eisenoxyd	0,48	0,59	0,57	?	?	?	?	?	?
Kalkerde	44,86	42,76	35,93	40,19	42,05	37,40	41,86	40,80	40,20
Magnesia	—	1,73	2,95	} 6,02[2])	6,21[2])	8,05[2])	6,20[2])	6,31[2])	8,74[2])
Alkalien	1,46	0,82[1])	—						
Phosphorsäure	35,60	35,32	34,70	32,65	30,96	30,02	33,20	33,44	29,55
Kohlensäure	2,56	2,30	2,22	2,30	3,79	1,19	2,90	1,86	3,74
Schwefelsäure	—	1,29	1,47	?	?	?	?	?	?
Kieselsäure	—	0,21	} 1,84	?	?	?	?	?	?
Unlösliches	—	0,54		0,20	0,24	0,24	0,19	0,29	0,09
Summa	100,00	99,76	99,66	100,00	100,00	100,00	99,97	100,00	100,00
Stickstoff	0,42%	0,35%	0,50%	?	?	?	?	?	?
3 bas. phosphorsaurer Kalk	77,71 "	77,10 "	75,75 "	71,27%	67,59%	65,23%	72,48%	73,01%	69,51%
Kohlensaurer Kalk	5,82 "	5,23 "	5,05 "	5,22 "	8,61 "	2,70 "	6,66 "	4,27 "	8,50 "

[1]) Chlornatrium.
[2]) Schwefelsäure 2c. mit inbegriffen.

oder:

Wasser	0,84
Eisenoxyd	0,20
Phosphorsaurer Kalk	84,73
Phosphorsaure Magnesia	2,12
Kohlensaurer Kalk	7,01
Schwefelsaurer Kalk	1,07
Fluorcalcium	0,99
Chlornatrium	0,20
Kieselsäure	0,33
Nicht bestimmt (organ. Subst. rc.)	2,51
	100,00

Völcker giebt die folgende Analyse:

Wasser	1,34
Organische Substanz	0,84
Kalkerde	51,80
Phosphorsäure	37,53
Kohlensäure	4,28
Magnesia, Schwefelsäure, Fluor rc.	3,87
Unlösliche Kieselsubstanz	0,34
	100,00

Phosphorsaurer Kalk	81,93 %
Kohlensaurer Kalk	9,72 „

Diese Analysen ergeben bereits, daß das Curaçao-Phosphat sehr hochgrädig ist. Da aber die beiden Analysen von besonders ausgewählten Stücken herrühren könnten, so mögen noch die weiteren Analysen, welche L. Meyn in seiner letzten von G. Berendt veröffentlichten Arbeit bietet, zur weiteren Characteristik dieses so werthvollen Phosphates dienen; dieselben zeigen zugleich, daß die Schwankungen im Gehalte durchaus nicht bedeutend sind:

	1876 Mittel von 7 Analysen:	1877 Mittel von 10 Analysen:	1878 Mittel von 23 Analysen:
Phosphorsäure	38,46—39,59 %	39,52—40,62 %	39,65—41,95 %
Kalk	49,41—51,36 „	50,32—51,41 „	50,18—52,19 „
Unlösliches	0,09—0,90 „	0,04—0,57 „	0,01—0,30 „

§ 247.

s. Maracaibo- oder Monks-Guano,

auch columbischer Guano oder amerikanisches Phosphat genannt. Dieser Guano stammt von den „Los Monges“ genannten Scheeren im Golf von Maracaibo und einigen im caraibischen Meere gelegenen Inseln. Derselbe kommt in größeren, compacten Klumpen vor, welche äußerlich weiß und emailartig, im Innern chocoladenfarbig sind; zwischen beiden Schichten ist eine hellbraune von poröser Structur. Wegen seiner Härte ist dieser Guano

schwer zu pulvern; geglüht wird er schön weiß, ein Beweis, daß die Farbe von organischen Stoffen herrührt. Die über seine Zusammensetzung bekannten Analysen sind auf der folgenden Tabelle verzeichnet.

t. Der Kooria-Mooria-Guano.

Nähere Angaben über denselben fehlen bis jetzt, seine Zusammensetzung ist, wie die nachfolgenden Analysen zeigen, eine verschiedene.

u. Lion-Guano.

Dieser Guano kommt von den Pingouins-Inseln; wir erhalten ihn aus Patagonien. Nach Malaguti bedeckt er den Boden in Lagern von verschiedener Stärke und ist reich an Knochen, Federn, Ueberresten von Fischen und an Steinen. Man läßt ihn in Haufen aufgeschichtet eine Art Gährung durchmachen, wonach er eine zusammenhängende, gebackene, trockene Masse darstellt, die gepulvert nach Europa versandt wird. So hat die Masse ein homogenes Ansehen, jedoch sind Ueberreste von Knochen und Federn in derselben zu erkennen.

v. Guano von Carrière.

Malaguti beschreibt ihn als eine teigartige Masse, welche getrocknet, zerrieben und so nach Europa versandt wird. Er nähert sich in seiner Zusammensetzung dem Pingouin-Guano, enthält aber keine Knochen, Federn u. s. w.

w. Guano von den Centinella-Inseln.

Der Guano liegt hier in zwei Schichten, deren obere dunkelbraun und dicht, wenig von der unteren abweicht; er ist bänderartig gelagert, leder-ockerbraun, hart, brüchig und leicht pulverisirbar.

Die Analyse A auf der nächsten Tabelle ist von den hellsten Partien; B dagegen zeigt die Zusammensetzung einer frisch abgebrochenen Concretion.

x. Guano von den Roques-Inseln.

Dieser Guano ist dem Monks-Inseln-Guano ähnlich, hat aber eine sehr dünne äußere, weiße Kruste; die schwarze innere Masse hat die Zusammensetzung A, welche auf der nächsten Tabelle verzeichnet ist.

Der Export von den Los-Roques-Inseln ist unbedeutend: er beträgt jährlich kaum 1000 Tons.

Die Beschaffenheit des gefundenen Materials ist eine verschiedene: die pulverförmige Masse, von der am meisten exportirt wird, hat 60—65 % phosphorsauren Kalk; die bessere Masse dagegen hat ca. 80 % phosphorsauren Kalk; da von dieser ca. nur 50 Tons ausgeführt werden, so spricht dies dafür, daß von dieser wesentlich weniger, als von der pulverigen gefunden wird.

y. Guano von der Insel Testigos.

Dieser Guano ist sehr verwittert, frei von organischen Stoffen und sandsteinähnlich.

Die drei zuletzt genannten Insel-Gruppen liegen im caraibischen Meere.

§ 248.

z. Das Navassa-Phosphat.

Das Navassa-Phosphat, welches in Amerika nach G. A. Liebig schon mehrere Jahre bekannt, nach Europa aber erst 1866 kam, kommt auf der Korallen-Insel Navassa vor, welche unterm 18° 25' n. Br. und 75° 5' westlich von Gr. liegt. Die Insel, von einem fast bis zur Meeresfläche sich erhebenden Wall noch lebender Korallenstöcke umgeben, ist vielfach von Riffen durchschnitten, wodurch viele Vertiefungen, Becken, Klüfte und Spalten entstehen, die mit dem Phosphat ausgefüllt sind. Das Phosphat besteht vorherrschend aus rundlichen Körnern verschiedener Größe (bis Faustgroß) und Härte; die größeren und festen Klumpen bilden ein verhältnißmäßig hartes Conglomerat jener Körner — Bindemittel fast reiner phosphorsaurer Kalk —; auch kommen erdige Massen vor. Die Farbe wechselt durch alle Nüancen von weiß bis rothbraun und rührt vor allem von Eisenoxyd, auch von humosen Stoffen her.

Den Reichthum der Insel an Phosphat schätzt J. Grafflin, der Vicepräsident der Navassa-Phosphat-Company, auf 200 Mill. Centner.

Während von einer Seite angenommen wird, daß dieses Phosphat ebenfalls organischen Ursprungs ist, entstanden aus den Excrementen und Leichen von Seevögeln (von denen vor allem der Fregattenvogel und Tölpel zu nennen sind), wird dies von anderer Seite bestritten und es für ein Mineral gehalten. Die erstere Ansicht scheint mir, wenn die Insel ein Koralleneiland ist, die richtige.

Ulbricht fand eine Durchschnittsprobe aus 1000 Ctr., bezogen von Güssefeld in Hamburg, dem das General-Debit übertragen ist, wie folgt, zusammengesetzt:

Wasser	2,7
Organische Stoffe	4,5
Phosphorsäure	33,5
Kalkerde	37,6
Talkerde	0,6
Eisenoxyd und Thonerde	14,8
Kohlensäure	2,5
In Säure Unlösliches	4,7
	100,9
Stickstoff	0,11
Phosphors. Kalk und Magnesia	64,8
Phosphorsäure an Eisenoxyd u. Thonerde gebunden	3,3
Kohlensaurer Kalk	5,6

Name der Guano.	Wasser.	Organ. Substanz und Ammoniaksalze.	Stickstoff in derselben.	Phosphors. alkal. Erden.	Kalkerde.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Kohlensaurer Kalk.
Bolivian. Guano.	8,65	20,72	3,31	49,77	—	—	—	—
dito.	12,14	10,40	0,85	58,62	—	—	—	—
dito.	12,80	10,35	1,44	58,30	—	—	—	2,74
Maracaibo= oder Monks=Guano.	2,39	7,93	0,139	—	39,48	1,17	41,34	—
dito.	2,15	8,62	0,19	—	33,83	3,27	41,62	—
dito.	7,10	2,72	0,08	—	40,61	2,88	43,28	—
dito.	1,03	6,78	0,09	75,69	—	—	—	—
Kooria=Mooria=Guano.	6,25	6,08	0,27	52,56	—	—	—	—
dito.	2,48	4,44	0,71	13,95	—	—	—	—
dito.	4,00	10,85	0,71	63,85	—	—	—	—
dito.	8,70	9,30	1,37	57,30	—	—	—	—
Guano von d. Sentinella=Inseln A.	32,87		—	—	2,66	—	31,60	—
dito. B.	11,29		—	—	31,18	1,74	41,89	—
Guano von den Roques=Inseln.	10,22		—	—	38,67	2,75	40,49	—
Guano v. Testigos.	12,17		—	—	0,37	0,57	17,41	—
Patagonischer Guano.	25,1	18,9	2,09	44,6	—	—	—	—
dito.	8,86	17,10	1,24	21,29	—	—	—	14,02
Saldanha=Bay=Guano.	16,86	17,12	1,38	55,40	—	—	—	—
dito.	26,90	13,20	1,29	57,40	—	—	—	—
Mexikan. Guano.	29,60	7,70	0,16	8,53	—	—	—	50,08
dito.	11,52	13,38	0,40	20,76	—	—	—	—
dito.	10,75	11,13	1,48	19,70	—	—	—	—
Bird=Island=Guano.	3,85	17,85	0,49	14,00	—	—	—	—
dito.	10,70	9,70	1,24	23,15	—	—	—	36,45
dito.	20,83	16,90	0,47	44,15	—	—	—	—
Südafrikanischer Guano.	17,97	17,00	—	24,44	—	—	—	—
Algoa=Bay=Guano.	20,25	12,10	0,43	14,60	—	—	—	—
dito.	20,20	16,60	0,50	13,00	—	—	—	—
Sea=Island=Guano.	14,22	12,71	0,35	33,34	—	—	15,06	13,52
Schwanen=Insel=Guano.	13,50	13,66	0,57	40,00	—	—	—	—
Cheval=Guano.	11,10	19,80	1,55	10,28	—	—	—	—

Schwefelsaurer Kalk.	Eisenoxyd.	Phosphorsäure (lösliche).	Kali.	Natron.	Schwefelsäure.	Chlor.	Kieselsäure.	Sand.	Zahl d. Analysen.	Name der Analytiker.
—	1,23 [1])	5,72	9,99				3,92		1	Nesbit 1858.
—	2,57 [1])	1,41	1,09	2,39	2,04	2,23	7,11		1	Wicke.
1,73	—	0,64	1,72				12,36		1	Anderson 1863.
—	—	—	—	—	4,57	—	2,28		1	Völcker.
—	Spur	—	Spuren		3,65	0,50	5,34		1	Piggot.
—	0,49	0,16	—	Spur	3,23	0,06	0,49		1	Morfit.
—	—	0,78	4,91				11,64		1	Anderson.
8,38	—	—	5,62				20,39		7	Völcker.
19,26	15,52	0,23	4,17				39,95		1	Nesbit.
6,20	3,05	Spur	4,50				7,55		1	Nesbit.
8,30	—	—	4,30				12,00		3	Huson.
—	12,41	—	—	—	1,07	—	13,18		1	Taylor.
—	1,86	—	—	—	2,67	—	—		1	ders. (Thonerde 16,24).
—	0,40	—	—	—	7,90	—	0,78		1	ders. (3,61 Eisenphosphat).
—	13,30	—	—	—	Spur	—	52,07		1	
—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	14	Ure und Teschenmacher.
—	—	—	5,96					32,77	1	Anderson.
—	—	—	—	—	—	—	—	2,40	9	Way.
—	—	—	—	—	—	—	—	0,90	11	Ure und Teschenmacher.
—	—	—	2,90				—	1,09	1	Anderson.
53,55	—	—	0,45				—	0,35	1	ders.
3,47	—	—	53,52					1,42	1	ders.
52,42	—	—	2,73					1,15	1	ders.
—	—	—	4,60					15,40	1	ders.
—	—	—	8,00				—	0,80	1	ders.
32,82	—	—	6,00					1,77	1	ders.
47,46	—	—	2,94					2,65	1	ders.
—	—	—	—					27,5	1	Grouven.
0,46	—	—	2,68				23,07		1	Karmrodt.
—	—	—	—	—	—	—	32,84 [1])		1	Dietrich.
—	—	—	—	—	—	—	58,87 [1])		1	ders.

[1]) Mit Gyps u. s. w.

Name der Guano.	Wasser.	Org. Stoffe u. Ammoniaksalze.	Stickstoff in denselben.	Phosphors. alkal. Erden.	Kalkerde.	Magnesia.	Schwefelsaure Kalkerde.	Eisenoxyd.	Lösliche Phosphorsäure.	Kali. Natron. Schwefelsäure. Chlor.	Kieselsäure. Sand.	Name der Analytiker.
Pabellon de Pica-Guano.	18,00	30,00	5,22	29,25	—	—	—	—	2,68	12,97	7,10	Nesbit 1858.
Chili-Guano.	19,00	27,24	5,18	41,00	0,06	1,18	5,02	—	—	1,50	5,00	ders. 1858.
Californischer, auch Elide-Insel-Guano genannt.	25,00	33,00	5,71	25,97	—	—	—	—	2,05	10,18	3,80	ders. 1858.
ders.	19,25	22,25	3,67	34,60	—	—	—	—	3,65	12,22	7,68	ders. 1858.
Patos-Insel-Guano.	26,80	32,45	5,92	27,45	—	—	—	—	3,87	7,38	2,55	ders. 1858.
ders.	8,80	10,67	0,85	50,00	—	—	4,07	4,45[1]	—	0,73	21,88	ders. 1858.
Inferior Phospho-Peruvian-Guano.	17,20	14,12	2,67	31,30	—	—	10,93	—	2,55[2]	2,90	21,20	Hodges 1859.

[1] Phosphorsaures; [2] als saurer phosphorsaurer Kalk.

Nach den vorliegenden Analysen verschiedener Chemiker schwankt der Gehalt an Phosphorsäure zwischen 32,3 und 36,4% und der an Eisenoxyd und Thonerde zwischen 3—14,8%.

Seit ca. 10 Jahren ist von dem Navassa-Phosphat nichts mehr nach Deutschland importirt; Ursache hiervon ist der hohe Eisengehalt.

Ferner sind noch eine Anzahl Guanosorten, vor allem in England, eingeführt, über deren Beschaffenheit, Art der Lagerung u. s. w. die näheren Angaben fehlen.

Unerwähnt darf ferner nicht bleiben, daß manche der in der folgenden Tabelle aufgeführten Guano in größeren Mengen nicht importirt worden sind, und daß die Analysen zum Theil von Probestücken herrühren. Diese Tabellen sind daher auch vor allem nur wegen des historischen Interesses, das die Analysen immerhin darbieten, hier aufgenommen worden.

Vielfach ist die Zusammensetzung der Guano eine so wechselnde, daß die Annahme, sie seien gefälscht, sehr nahe liegt, ja hier und da zur Gewißheit wird.

§ 249.

Angaben über den Import von überseeischen mineralischen Phosphaten und phosphatischen Guano.

Die nachfolgende Zusammenstellung der Importen von mineralischen Phosphaten und phosphatischen Guano in Hamburg-Altona bietet verschiedenes Interesse dar. Zunächst ersehen wir aus der Tabelle A, (p. 481) wie viel von diesen Materialien für die Superphosphat-Fabrikation jährlich in den Jahren von 1871 bis zum 1. September 1883 überhaupt eingeführt und dann wie viel und wie lange die einzelnen Fundorte Material geliefert haben.

Die vor den Fundorten befindlichen Zeichen bezeichnen die großen Importhäuser Hamburgs, durch welche der Import geschehen und zwar bedeutet:

— bezogen durch Schröder, Michaelsen & Co.
* " " Emil Güssefeld
** " " Emil Güssefeld und H. J. Merck & Co.
*** " " H. J. Merck & Co.

Wir finden auf dieser Tabelle auch Namen von Fundorten verzeichnet, welche in der Beschreibung der verschiedenen Phosphat-Guano nicht vorkommen; ich muß daher bemerken, daß über diese in der Literatur nichts bekannt geworden ist.

Vom Jahre 1882 ist mir nur die Gesammteinfuhr von Phosphaten und die von Guano bekannt geworden, in der Tabelle hat deshalb nur der Gesammtimport angegeben werden können. Ich führe daher hier noch an, daß im genannten Jahre 14064 Tons Mineral-Krusten und Rock-Phosphate und 16701 Tons pulvriger Phosphat-Guano — mit diesem Namen sind dieselben in der Liste bezeichnet — eingeführt sind.

Tabelle B. (p. 484 u. 485) zeigt den Import des Jahres 1881 in den einzelnen Monaten.

Die gesammten Angaben verdanke ich der Güte des Herrn Emil Güssefeld, wofür ihm auch hier der Dank ausgesprochen sei.

4) Die Knochen.

§ 250.

Die Wichtigkeit und der Werth der Knochen als Dungstoff ist bekanntlich in Deutschland erst in den zwei letzten Jahrzehnten allgemein anerkannt worden, während dagegen die Engländer schon längere Zeit vorher dieselben zur Düngung und zwar vor allem der Phosphorsäure wegen verwandten, und da England den Bedarf nicht deckte, aus Amerika und auch aus Deutschland Knochen bezogen. Nach den Commerzial-Nachweisungen des Zollvereins sind z. B.

im Jahre 1853 — 40,000 Ctr. Abfälle,
" " 1854 — 169,957 " "
" " 1855 — 88,759 " "
" " 1856 — 16,538 " "

ausschließlich nach England ausgeführt. Unter Abfällen sind größtentheils Knochen zu verstehen. Bis zum Jahre 1851 war pro Ctr. eine Steuer von $1/2$ Thlr. erhoben, welche in diesem Jahre aufgehoben wurde.

Die Knochen werden in verschiedener Form zur Darstellung von Dung-Präparaten angewendet und zwar:

a) als Knochen,
b) als Knochenkohle,
c) als Knochenasche,
d) als andere Knochenrückstände.

a) Die Knochen.

Die Zusammensetzung der Knochen variirt sowohl nach der Thierart, als nach dem Alter der Thiere; ferner zeigen auch die verschiedenen Knochen desselben Thieres nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Diese Differenzen in der Zusammensetzung der Knochen beziehen sich sowohl auf das Verhältniß zwischen den organischen (Knorpel und Fett) und den unorganischen Bestandtheilen als auch auf die unorganischen, welche nicht unwesentlich unter einander variiren.

Was zunächst die Verschiedenheit der Knochen nach der Thierart anbetrifft, so hat Heintz die sorgfältig gereinigten Schenkelknochen eines Ochsens, Hammels und die einer Frau untersucht und hier Folgendes gefunden:

	Ochsenknochen.	Hammelknochen.	Menschenkn.
Kohlens. Kalkerde	7,07	7,00	6,30
Phosphors. Magnesia ($3MgOPO^5$)	2,09 ($1,84\%PO^5$)	1,59 ($1,02\%PO^5$)	1,23
Phosphors. Kalkerde ($3CaOPO^5$)	58,30 ($26,71\%PO^5$)	62,70 ($28,72\%PO^5$)	60,13
Kalkerde als Fluorcalcium in Rechnung gebracht	1,96	2,17	1,81
Org. Subst. u. Verlust	30,58	26,54	30,53
	100,00	100,00	100,00

Tabelle

Zusammen-

der Phosphat-Guano- und Phosphorit-

Abladeort.	1871 Tons	1872 Tons	1873 Tons	1874 Tons	1875 Tons	1876 Tons	1877 Tons
— Mejillones . .	4872	20976	21088	1561	6024	14358	32430
* Baker-Insel . .	16181	8648	7510	3800	2325	—	600
* Malden-Insel .	3864	3599	4960	6027	8506	9045	4623
* Enderbury-Insel	1200	1800	—	8550	4700	5550	3275
Saldanha-Bay . .	230	213	420	—	—	—	—
Paternoster-Insel .	285	—	—	—	—	—	—
* Starbuck-Insel .	1600	2775	1550	—	—	—	—
* Jarvis-Insel . .	—	1480	—	—	1500	1600	—
*** Little Curaçao	—	1990	5030	870	2660	—	—
* Howland-Insel .	—	—	1150	1100	1750	—	—
* Auckland-Insel .	—	—	800	—	—	—	—
Curaçao	—	—	1904	1028	1410	863	—
* Raza-Insel . .	—	—	—	3230	7450	1850	1000
Tintinati	—	—	—	—	70	—	—
* Papeete-Insel .	—	—	—	—	75	1300	200
* George-Insel . .	—	—	—	—	—	1700	—
* Oakpoint Mines	—	—	—	—	—	590	500
* Los-Roques . .	—	—	—	—	—	—	879
Saladera Sacra .	—	—	—	—	—	—	340
* Coosaw-River .	—	—	—	—	—	—	2718
* Flint-Insel . .	—	—	—	—	—	—	3008
* Browse-Insel. .	—	—	—	—	—	—	800
* Lacepede-Insel .	—	—	—	—	—	—	1650
* Montreal . . .	—	—	—	—	—	—	500
** Lissabon . . .	—	—	—	—	—	—	500
** Forming-Insel .	—	—	—	—	—	—	—
Brambles Cayes .	—	—	—	—	—	—	—
St. Helena . . .	—	—	—	—	—	—	—
** Fanning-Insel .	—	—	—	—	—	—	—
* Huon-Insel . .	—	—	—	—	—	—	—
Ashmore-Shoals .	—	—	—	—	—	—	—
Charleston . . .	—	—	—	—	—	—	—
Melbourne . . .	—	—	—	—	—	—	—
* Apia	—	—	—	—	—	—	—
* Bullriver . . .	—	—	—	—	—	—	—
* Aruba-Phosphat	—	—	—	—	—	—	—
Carolina-Phosphat	—	—	—	—	—	—	—
Westind.-Phosphat	—	—	—	—	—	—	—
	28232	41481	44412	26161	36470	36856	53023

A.

stellung

Importen in Hamburg von 1871—1883.

1878	1879	1880	1881	1882	1883 Tons		Total.
Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	v. 1. Jan. b. 30. Juni	v. 1. Juli b. 30. Sept.	
45512	45777	9949	4349		8400	1161	216457
—	4425	—	—		—	—	43489
575	2476	6916	5160		6300	2580	64631
—	—	—	—		—	—	25075
—	—	—	—		—	—	863
—	—	—	—		—	—	285
—	—	—	—		—	—	5925
1450	2123	1600	—		—	—	9758
—	—	—	—		—	—	10550
—	1600	—	—		—	—	5600
—	—	—	—		—	—	800
2203	3640	3003	2195		2050	2010	20801
—	—	—	—		—	—	13530
—	—	—	—		—	—	70
55	—	—	—		—	—	1630
—	—	—	—		—	—	1700
—	—	—	—		—	—	1090
490	1150	325	320		—	—	3164
—	—	—	—		—	—	340
1505	905	—	—		—	—	5128
1258	—	—	—		—	—	4266
500	3030	780	—		1600	—	6710
8624	16908	1951	—		—	—	29183
—	—	—	—		—	—	500
—	—	—	—		—	—	500
1275	—	—	—		—	—	1275
410	—	—	—		—	—	410
250	—	—	—		—	—	250
—	8880	4680	6690		—	—	20250
—	1630	648	50		—	—	2328
—	550	1120	—		—	—	1670
—	—	50	—		—	—	50
—	—	450	—		—	—	450
—	—	164	—		—	—	164
—	—	—	750		—	—	750
—	—	—	550		2500	701	3751
—	—	—	—		2400	300	2700
—	—	—	—		1400	3690	5090
64107	93094	31636	20064	30765	24650	10442	541393

Tabelle

Phosphat-Guano- und Phos-

1881 aus der Hamburg-Altonaer

Monate	Mejillones Tons	Baker Tons	Lacepede Tons	Curaçao Tons	Malden Tons	Fanning Tons	Bußriver Tons
Januar	—	—	—	—	1510	—	—
Februar	—	—	—	—	—	1410	—
März	5984	—	—	—	2376	—	—
April	—	—	—	—	774	—	—
Mai	772	—	—	710	500	—	—
Juni	598	—	—	700	—	1200	750
Juli	—	—	—	785	—	—	—
August.	—	—	—	—	—	700	—
September . . .	—	—	—	—	—	580	—
October	—	—	—	—	—	—	—
November. . . .	—	—	—	—	—	2800	—
Dezember . . .	—	—	—	—	—	—	—
Summa	4349	—	—	2195	5160	6690	750

B.

phorit-Import in Hamburg

Waaren Einfuhr-Liste. 1881

Houon Tons	Los Roques Tons	Aruba Tons	Total von Mejillones Tons	Total von anderen Orten Tons	Total-Total Tons	Total Ausfall von 1880.				
—	—	—	—	1510	1510	bis	ult.	Januar	—	Ts.
—	—	—	—	1410	1410	"	"	Februar	1350	"
—	—	—	2984	2376	5360	"	"	März	786	"
—	—	—	—	774	774	"	"	April	14123	"
—	—	—	772	1210	1982	"	"	Mai	13341	"
50 von London	—	—	593	2700	3293	"	"	Juni	12800	"
—	—	—	—	785	785	"	"	Juli	12885	"
—	—	—	—	700	700	"	"	August	12735	"
—	—	—	—	580	580	"	"	Sept.	13055	"
—	—	—	—	—	—	"	"	October	13325	"
—	320	—	—	3120	3120	"	"	Novemb.	11797	"
—	—	550	—	550	550	"	"	Dezemb.	11572	"
50	320	550	4349	15715	20064					

Fremy giebt ferner über die Zusammensetzung der Knochen verschiedener Thiere Folgendes an:

Bezeichnung der Knochen	Organische Substanz	Asche	Phosphorsaure Kalkerde $3CaOPO^5$	Phosphorsaure Magnesia $3MgOPO^5$	Kohlensaure Kalkerde.
Femur vom Pferde .	29,6	70,4	—	—	—
„ vom Kalbe (5 Monate). . .	30,9	69,1	61,2	1,2	8,4
Femur von einer alten Kuh . . .	28,9	71,1	—	—	—
dito . . .	28,7	71,3	62,5	2,7	7,9
Femur von einer Kuh	28,5	71,5	—	—	—
„ von einer ausgewachsenen Kuh	30,3	70,7	—	—	—
Humerus eines Ochsen	29,6	70,4	61,4	1,7	8,6
dito . . .	29,8	70,2	62,4	1,7	7,9
Femur eines Stiers .	30,7	69,3	59,8	1,5	8,4
„ eines Lammes	32,3	67,7	60,7	1,5	8,1
„ eines Hammels	30,0	70,0	62,9	1,3	7,7
„ einer jungen Ziege . . .	32,0	68,0	58,3	1,2	8,4

Nach den Analysen von Heintz bestehen somit die feuerbeständigen Bestandtheile in 100 Theilen aus Folgendem:

	Ochsenknochen.	Hammelknochen.	Menschenknochen.
Kohlens. Kalkerde	10,07	9,42	9,06
Phosphors. Magnesia	2,98 (1,62% PO^5),	2,18 (1,17% PO^5),	1,75 (0,95% PO^5),
Phosphors. Kalkerde	83,07 (38,05% PO^5),	84,39 (38,66% PO^5),	85,62 (39,22% PO^5),
Fluorcalcium	3,88	4,04	3,57
	100,00 (38,67% PO^5)	100,00 (39,83% PO^5),	100,00 (40,17% PO^5).

Hieraus sehen wir, daß die eigentliche Knochenmasse frei ist von Alkalisalzen und Eisen, welche man in den rohen Knochen findet, und die hier von dem in denselben verbliebenen Blut herrühren.

Völcker hat ferner sorgfältig mit Wasser gewaschene Knochen von Pferden und Ochsen untersucht. Er führt hierbei an, daß durch das Waschen ein Theil der geringen Menge der Alkalien

entfernt sei. Da, wie oben gezeigt, nach den genauen Untersuchungen von Heintz die Knochen keine Alkalien enthalten, so werden auch die geringen von Völcker noch gefundenen Mengen derselben ebenfalls vom Blute herrühren.

Völcker hat für 100 Theile der Knochenasche folgende Zahlen gefunden:

	Pferde-	Ochsenknochen.
Phosphors. Kalkerde ($3\,CaOPO^5$)	84,01	83,15
Phosphors. Magnesia ($2MgOPO^5$) . .	2,35	2,23
Kohlensaure Kalkerde . .	6,79	8,00
Kalkerde	5,97	6,18
Kali	0,25	0,49
Natron	0,03	0,51
Chlornatrium	Spur	0,11
Schwefelsaures Natron .	Spur	0,07
	99,40	100,74

Bei diesen Analysen ist ferner die verhältnißmäßig geringe Menge von kohlensaurem Kalk und die bedeutende von Kalkerde, welche weder an Phosphorsäure noch an Kohlensäure gebunden ist, auffallend; wahrscheinlich ist beim Glühen ein Theil des kohlensauren Kalkes zerlegt, so daß sich ein Theil der Kohlensäure verflüchtigt hat. Etwas niedriger würde sich noch die Menge der freien Kalkerde herausstellen, wenn Völcker auch die phosphorsaure Magnesia als dreibasisches Salz berechnet hätte. Berechnet man nämlich die phosphorsaure Magnesia als dreibasisches Salz, so ergiebt sich die Menge derselben für den Pferdeknochen zu 1,88 % und für den Ochsenknochen zu 1,75 % und es bleiben dann für den ersteren 0,42 % Phosphorsäure übrig, welche noch 0,50 % Kalkerde binden und für den zweiten 0,38 %, welche 0,45 % Kalkerde gebrauchen, so daß hiernach als freie Kalkerde für die Asche des Pferdeknochens 5,47 % und für die des Ochsenknochens 5,73 % verbleiben.

Den Unterschied in der Zusammensetzung der Knochen nach dem Alter zeigen die Untersuchungen Boussingault's bei Schweinen; derselbe untersuchte die Knochen eines eben zur Welt gekommenen Schweines, die von einem 8 Monate und die von einem 11½ Monate alten Schweine und fand Folgendes:

	Bei der Geburt.	8 Monate alt.	11½ M. alt.
Kalkerde	49,1	51,8	53,0
Magnesia	5,2	1,7	1,8
Phosphorsäure . .	45,0	43,7	44,8
Kali und Natronsalze	0,4	1,6	0,4
Kohlensäure . . .	— (1)	1,2	— (1)

Dieselbe Arbeit Boussingault's zeigt dann noch den Unterschied, welcher im Verhältniß der organischen und unorganischen

[1] Durch das Glühen bei 1 und 3 alle Kohlensäure und bei 2 ein Theil derselben ausgetrieben.

Bestandtheile der verschiedenen Knochen desselben Thieres besteht. Es enthielten nämlich:

	an Asche	an Knorpel u. Fett.
Die Knochen des Kopfes	47,4 %	52,6 %
Die Rippenknochen	43,3	56,7
Die Rückenwirbel	36,6	63,4
Die Schenkelknochen	49,8	50,2

Den Unterschied in der Zusammensetzung der verschiedenen Knochen desselben Thieres zeigen ferner die folgenden Analysen von L. Brunner und dem Verfasser, zu denen noch bemerkt werden mag, daß die Knochen sorgfältig gereinigt worden waren.

	Rippe	Oberschenkel
	vom Pferde.	
Wasser	8,932	10,594
Organische Substanz	35,845	28,547
Eisenoxyd	0,106	0,058
Kalkerde	29,233	31,534
Magnesia	0,306	0,041
Alkalien (und Verlust)	1,899	1,833
Phosphorsäure	21,881	23,119
Schwefelsäure	0,094	0,188
Kohlensäure	1,614	3,810
Chlor	Spuren	0,136
Sand	0,090	0,170
	100,000	100,030
Sauerstoff ab für Chlor	—	0,030
	100,000	100,000
Stickstoff	4,540 %	4,055 %

Die folgenden Analysen mögen schließlich noch dazu dienen, den Unterschied zwischen kranken und gesunden Knochen und zwar zwischen sog. spröden und gesunden Knochen des Rindes nach den Analysen von R. Hoffmann darzuthun:

	Spröde Knochen.		Gesunde Knochen:			
	Schienbein. Rind.		Schienbein. Rind.	Knochen. Rind.	Knochen. Rind.	Schienbein eines 4 1/2 jährig. Ochsens.
	I	II				
Phosphorsaurer Kalk .	56,97	58,45	58,25	54,99	55,46	55,89
" Magnesia	1,40	1,42	Spur	0,40	Spur	1,01
Kohlensaurer Kalk . .	9,69	7,98	10,10	9,91	8,43	5,03
" Magnesia		0,92	0,87			1,27
Organ. stickstoffhaltige Substanz.	29,96	28,97	30,22	33,62	36,11	35,80
Fett	1,98	1,97	0,50	0,50		0,12
Alkalisalze und Verlust	—	0,28	0,06	0,58	—	0,88
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	2,98	2,87	?	4,09	5,40	4,07
Organ. Substanz . .	31,44			34,22		
Unorgan. Substanz . .	68,56			65,78		
Stickstoff	2,93			4,55		

Die Zusammensetzung, welche wir eben für die reinen Knochen kennen gelernt haben, zeigen natürlich die im Handel vorkommenden Knochen nicht; entweder sind diese roh und enthalten dann noch Blut, sowie theilweise das Knochenmark, oder sie sind gekocht und haben dadurch einen Theil des Knochenleims und Fettes verloren. Die rohen, sowie die gekochten Knochen sind ferner mehr oder weniger durch Sand u. s. w. verunreinigt.

So fand Völcker zwei von ihm untersuchte, gekochte Knochensorten folgendermaßen zusammengesetzt:

	I.		II.
Wasser	8,06	—	7,70
Organische Substanz. . . .	25,45	—	25,27
Phosphors. Kalk u. Magnesia	60,48	—	43,73
Kohlensaurer Kalk	3,25	—	9,77
Alkalisalze	0,43	—	
Sand	2,33	—	13,53
	100,00		100,00
Stickstoff	1,84		2,78

Das über die Zusammensetzung der Knochen Angeführte erklärt zum Theil die nicht constante Zusammensetzung der im Handel vorkommenden Knochen-Fabrikate.

§ 251.

b) Knochenkohle.

Die Knochenkohle — Beinschwarz — repräsentirt die bei der Zuckerfabrikation ge- und verbrauchten Rückstände der Kohlenfilter. Die Knochenkohle enthält daher noch verschiedene Stoffe, welche sie aus den Zuckersäften aufgenommen hat, vor allem organische Stoffe (stickstoffhaltige und stickstofffreie) und Kalk. Da sie ferner, bevor sie von den Zuckerfabriken abgegeben, mehrere Male wieder belebt wird (d. h. sie wird zunächst mit verdünnter Salzsäure zur Entfernung des aufgenommenen Kalkes ausgezogen, dann, um die absorbirten, organischen Stoffe zu entfernen, mit Natronlauge gekocht oder einer Gährung unterworfen, ferner bei einem größeren Gypsgehalte mit Soda digerirt, schließlich vollständig ausgewaschen, gedämpft und geglüht), so ist sie auch hierdurch in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung verändert: sie ist stickstoffreicher und ärmer an phosphorsauren alkalischen Erden geworden. Die zum Raffiniren gebrauchte Kohle enthält außerdem noch das zur Klärung angewandte Blut; in einigen Fabriken wird allerdings jetzt kein Blut mehr benutzt; ist Blut angewendet worden, so ist die Knochenkohle stickstoffhaltiger, als wenn dies der Fall nicht ist.

Ueber die Zusammensetzung der Knochenkohle, welche nach dem Angeführten eine verschiedene sein muß, geben Bobierre und Moride Folgendes an:

	Stickstoff	Kohle und organ. Stoffe	Phosphorsaure alkal. Erden.	Kohlensaurer Kalk.	Auflösliche Salze	Sand, Thon u. s. w.
Frische Knochenkohle	1,12	11,6	73,1	8,0	1,0	6,3
Einmal gebrauchte Knochenkohle	1,95	21,1	64,6	6,4	1,6	6,3
Zweimal gebrauchte Knochenkohle	3,95	42,2	46,0	3,3	1,4	7,1
Pulverförmige, frische Knochenkohle	1,61	11,0	75,6	7,0	1,6	11,8
Pulverförmige, einmal gebrauchte Knochenkohle	2,54	36,2	52,6	10,0	3,8	6,2
Pulverförmige, zweimal gebrauchte Knochenkohle	3,18	42,5	4,37	4,5	0,8	5,2

Ferner hat noch Völcker einige von Zuckerfabriken abgegebene Knochenkohlen untersucht. Er fand:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Wasser und organ. Stoffe .	30,26	9,52	30,15	27,98	17,38	12,63	12,54
Phosphorsaure alkal. Erden .	60,75	82,48	55,01	49,69	68,53	68,41	70,16
Kohlens. Kalkerde, Magnesia ꝛc. . . (Durch Verlust bestimmt.)	5,96	6,19	8,81	13,90	9,42	14,27	12,77
Sand	3,03	1,81	6,03	8,43	4,67	4,69	4,53
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

§. 252.

c) Gebrannte Knochen oder Knochenasche.

Die Knochenasche kommt aus den Ländern vom La Plata-Strome in Südamerika, in letzter Zeit auch aus Aegypten und der Türkei. Die Knochen werden dort an Stelle von Holz, Steinkohlen u. s. w. als Brennmaterial benutzt. Diese Knochenasche besteht meistens aus Stücken und Splittern untermischt mit pulveriger Asche, so daß sie vor dem Aufschließen gemahlen werden muß.

Die Zusammensetzung einiger südamerikanischer Knochenaschen hat Völcker, wie folgt, gefunden:

	1.	2.	3.	4.	5.
Wasser	4,83	9,91	15,34	3,29	10,30
Organische Substanz	4,06	1,75	2,03		
Phosphorsäure	35,88	33,89	32,52	38,12	29,56
Kalkerde	41,27	39,53	37,84	44,47	34,48
Kalkerde, nicht an Phosphorsäure gebunden	3,53	4,07	1,92	4,45	1,02
Sand	6,95	8,32	6,51	3,90	20,24
Magnesia	0,97	0,99	1,48	5,67	4,40
Alkalien	—	1,39	0,84		
Eisenoxyd und Thonerde . .			0,21		
Kohlensäure	3,01	0,78	0,84		
Schwefelsäure			0,37		
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Phosphorsaure Kalkerde . . .	76,65	73,42	70,46	82,59	64,04
also durchschnittlich			73,48 %		

III. Verwendung der eben beschriebenen, phosphorsäurehaltigen Materialien in der Landwirtschaft.

1. Die phosphatischen Guano, Coprolithen, Osteolithen und Phosphorite.

§ 253.

a) Allgemeines.

Bei der Anwendung künstlicher Dungstoffe muß stets als erster Grundsatz gelten, denselben eine derartige Form zu geben, daß das durch sie dem Boden einverleibte Kapital sobald als möglich nebst Zinsen wieder erhalten wird. Bei der Betrachtung der besten Art der Anwendung der oben genannten Dungstoffe müssen wir von diesem Grundsatze ausgehen und ferner noch Folgendes bedenken. Die Pflanze vermag ihre Nahrung nur einer Lösung zu entnehmen; die Dungstoffe im Boden, in spec. die Phosphorsäure, sind in demselben nur in schwerlöslichen Verbindungen enthalten und werden vermittelst chemischer Processe im Boden, welche durch den Einfluß der Atmosphärilien auf denselben eingeleitet und begünstigt werden, in Lösung übergeführt. Hieraus folgt zunächst, daß die Phosphorsäure in solchen Formen zum Boden gebracht werden muß, welche durch die in demselben stattfindenden, chemischen Processe gelöst und den Pflanzen zugänglich gemacht werden können. Die Chemie lehrt uns ferner, daß Stoffe am schnellsten sowohl einfach als chemisch gelöst werden, wenn sie in fein vertheiltem Zustande befindlich sind. Hieraus folgt, daß die betreffenden Dungstoffe in ein möglichst feines Pulver verwandelt werden müssen. Ist einerseits die Ueberführung in ein feines Pulver eine leichte und sind anderseits die Löslichkeitsverhältnisse der pulverisirten Stoffe günstig, so wird die alleinige Pulverung der Stoffe vor ihrer Anwendung vollständig genügen. Diese Voraussetzungen treffen bei den meisten Apatiten, Phosphoriten Osteolithen und Coprolithen nicht zu, denn die meisten sind sehr hart und außerordentlich schwer löslich. Deshalb ist bei diesen das alleinige Pulvern für den beabsichtigten Zweck nicht geeignet, sondern es ist ein Aufschließen derselben durch Säuren nothwendig; dasselbe gilt von den stickstoffarmen Guano, obgleich die Verwandlung derselben in ein feines Pulver bei den meisten nicht allzuschwer ist.

§ 254.

b) Löslichkeits-Verhältnisse obiger Materialien.

v. Liebig prüfte den Baker-Guano, dessen Lager jetzt erschöpft sind, auf seine Löslichkeit und fand, daß 1000 Grm. desselben an 50 Liter Wasser, 3,79 Grm. Phosphorsäure abgeben und ferner, daß die Löslichkeit der phosphorsauren Erden des Guano durch Kochsalz bedeutend erhöht wird; letzteres ist aber in geringen Mengen zu verwenden (0,1%), größere Mengen vermögen die Löslichkeit der phosphorsauren Erden nicht zu erhöhen.

Die auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Angaben über die Löslichkeit der Phosphorsäure des Baker-Guano und anderer phosphorsäurehaltiger Materialien, welche von Jarriges im Laboratorium von Stöckhardt erhalten sind, sollen zur weiteren Illustration der vorliegenden Frage dienen.

	Bakerguano	Jarvisguano	Knochenmehl	Knochenkohle	Knochenerde	Frisch gefällte phosphorsaure Kalkerde
In 800 Ccm. Wasser nach 8 Tagen	0,130	0,131	0,038	0,008	0,005	0,461
In 3200 Ccm. Wasser in 4 Portionen, successiv angewandt in 18 Tagen . .	0,086	0,058	0,011	0,019	0,002	0,219
In 3200 Ccm. Wasser desgl. in 21 Tagen	0,016	0,017	0,004	0,003	0,002	0,198
In 800 Ccm. Wasser nach 4 monatlichem Stehen (Winter)	0,008	0,020	0,005	0,005	0,005	0,072
In 800 Ccm. Wasser nach 3 monatlichem Stehen (Sommer)	0,013	0,010	0,007	0,009	0,005	0,123

Diese Versuche im Verein mit denen von v. Liebig zeigen zunächst, daß die Menge der im Wasser löslichen Phosphorsäure immer nur eine sehr geringe ist, anderseits thun dieselben das interessante Verhalten des phosphorsauren Kalkes gegen Wasser bei verschiedener Zeitdauer der Einwirkung dar: daß nämlich der phosphorsaure Kalk um so schwerer löslich wird, je länger er mit Wasser in Berührung ist.

Ferner mag hier noch eine Versuchsreihe von de Luna über die Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes in verschiedenen Salzlösungen Platz finden.

Die Salzlösungen blieben 15 Tage lang bei 12° C. mit dem phosphorsauren Kalke in Berührung; zu 100 Theilen des phosphorsauren Kalkes wurden 250 Theile des betreffenden Salzes, in 4200 Theilen Wasser gelöst, angewendet.

Von 100 Theilen des phosphorsauren Kalkes wurden gelöst:

durch Regenwasser	0,1
„ Salinen-Mutterlauge	2,0
„ fauliges Wasser	2,7
„ Chlorkalium	3,2
„ schwefelsaure Thonerde	3,5
„ Torfasche	5,0
„ phosphorsaures Ammoniak	5,0
„ schwefelsaures Ammoniak	5,1
„ salpetersaures Ammoniak	5,5
„ salpetersaures Kali	5,5
„ salpetersaures Natron	5,5
„ kohlensaures Ammoniak	6,5
„ Chlorammonium	6,5
„ phosphorsaures Natron	6,5
„ 2fach kohlensaures Natron	9,5
„ 2fach kohlensaures Kali	7,0
„ oxalsaures Ammoniak	9,6
„ Chlornatrium	10,5
„ Torf-Extract	18,7

Dietrich untersuchte schließlich das Verhalten mehrerer der oben genannten Materialien auf ihre Löslichkeit in halb und in ganz mit Kohlensäure gesättigtem Wasser und fand, daß 100 L. desselben

	in halbgesättigtem Wasser nach 48 Stunden:	in ganz gesättigtem Wasser nach längerem Stehen:
von halbsaurem Kalk-Phosphate	18,43 Gr.	43,84 Gr.
von basischem, frisch gefälltem Kalk-Phosphate	7,40 „	27.52 „
von gedämpftem Knochenmehl	4,73 „	17,75 „
von rohem Knochenmehl	5,31 „	16,72 „
von rohem Bakerguano	5,25 „	12,00 „
von hochprocentigem Lahnphosphorit	1,89 „	2,55 „
von niederprocentigem Lahnphosphorit	166 „	1,66 „
von Estremadura-Phosphat	1,10 „	1,10 „
von gepulvertem Apatit (nach Bischof umgerechnet)	0,116 „	0,476 „

§ 255.

c. Düngungs-Versuche.

Zur weiteren Begründung des Ausspruches, daß die Guanosorten, sowie die Phosphorite und Coprolithen am besten im aufgeschlossenen Zustande Verwendung finden, lasse ich hier die folgenden Düngungs-Versuche folgen.

α. Mit phosphatischem Guano.

Versuche von Schober.

Schober hat mit verschiedenen Kulturpflanzen Versuche angestellt, so mit Winterraps, Winterweizen, Sommerweizen, Roggen und Gerste. Während bei den ersten 3 Früchten der Ertrag hinter dem der ungedüngten Parzelle zurückstand, war bei Roggen eine geringe Mehrernte beim Stroh und Kaff dagegen Mindererernte, bei den Körnern und bei der Gerste eine solche überhaupt, wie dies die folgenden Zahlen zeigen.

	Roggen		Gerste	
	Köner:	Stroh u. Kaff:	Körner:	Stroh u. Kaff:
Ungedüngt .	30,0 Ctr.	55,0 Ctr.	13,5 Ctr.	20,5 Ctr.
2 Ctr. Bakerguano . .	26,5 „	56,5 „	14,0 „	22,5 „

Versuche von Grouven.

Versuchspflanze: Rüben; die Resultate zeigt folgende Tabelle.

	Zahl der geernteten Rüben bei 1050 Setzstellen	Gewicht der Ernte an Laub	Gewicht der Ernte an Knollen	Gehalt des Saftes an Rohrzucker in Gewichtsprocenten	Spec. Gewicht des Rübensaftes
Ungedüngt	800	394	780	11,74	1,061
20 ℔ Bakerguano	824	385	953	14,01	1,064
30 ℔ Bakerguano	809	392	909	13,41	1,068
30 ℔ Bakerguano und 10 ℔ Staßfurter Salz.	831	451	973	12,76	1,068
20 ℔ Peruguano und 10 ℔ Bakerguano	824	582	1295	12,71	1,065
20 ℔ Peruguano	851	470	1178	12,84	1,065

β. Mit Phosphoriten und Coprolithen.

Den Unterschied in der Wirkung dieser Stoffe, je nach der mechanischen Zerkleinerung, zeigt folgender Versuch von Bobierre.

Als Versuchspflanze diente Buchweizen; die Versuche wurden, um alle störenden Einflüsse zu vermeiden, in Töpfen angestellt, welche mit äußerst magerer, von zersetztem Schiefergestein herrührender Erde und 10 Grm. des betr. Dungstoffs, beides innig gemischt, gefüllt waren. Der Versuch dauerte vom 25. Juni bis zum 22. September.

	Ertrag an trocknen Körnern	Ertrag an trockenem Stroh	Gesammt-Ertrag	Höhe der Pflanzen	Zahl der Körner
Phosphorite in groben Stücken mit 54 % phosphorsaurem Kalk . .	0,368	1,280	1,648	0,30	18
derselbe fein gepulvert	0,462	1,458	1,920	0,36	34
Ungedüngt	0,040	0,724	0,764	0,27	4

Was ferner die Wirkung dieser Materialien im aufgeschlossenen und im rohen aber fein gemahlenen Zustande anbetrifft, so liegen mehrere Versuche vor, welche ich hier kurz besprechen werde, da sie zugleich die Wirkung verschiedener Apatite und Coprolithen zeigen.

Sir Berney stellte Versuche mit spanischem Phosphorit zu Mangoldwurzeln an. Die Resultate dieser Ernten sind nicht angegeben; im April des nächsten Jahres wurden dann die Stücke mit $1\frac{1}{2}$ Buschels Gerste (1 Buschel = 0,6613 pr. Scheffel) per Acre (1 Acre = 1,5849 pr. Morgen) besäet und hierbei folgende Resultate erhalten.

	Düngung pr. Acre. Cent.	Ernte pr. Acre. Quart.*)	Busch.	Pecks.*)
Ungedüngt	—	3	6	2
Spanischer Phosphorit und Schwefelsäure	18	6	3	2
Spanischer Phosphorit . .	18	5	3	2

Ferner zeigt ein Versuch von Kensington zu Rüben die Wirkung der aufgeschlossenen Coprolithen gegenüber der der zu einem feinen Pulver gemahlenen, wie folgt:

	Düngung pro pr. Morgen:	Ernte pro pr. Morgen:
Ungedüngt	—	231 Ctr.
Coprolithen zu feinem Pulver gemahlen . .	3,21 Ctr.	257 Ctr.
Aufgeschlossene Coprolithen	1,9 Ctr.	305 Ctr.

*) 1 Peck = 2,6452 preuß. Metzen, 1 Quarter = 5,2906 preuß. Scheffeln.

Von Hellriegel liegt dann ein Versuch über die Wirkung des Hörder Phosphorits zu Raps vor, der folgende Resultate ergeben hat.

Art und Quantität der Düngung pro Morgen	Ertrag an Körnern pro Morgen	Ertrag an Schalen pro Morgen	Ertrag an Stroh pro Morgen	Summa
	℔	℔	℔	℔
Phosphorit im natürlichen Zustande, 405 ℔ . . .	3420	3960	5400	12780
Phosphorit aufgeschlossen, 405 ℔	3600	4500	6750	14850
Ungedüngt	2790	3420	5220	11430
desgl.	2520	2880	3600	9000

Die wenigen Versuche genügen, um darzuthun, daß die Guanosorten, die Phosphorite und Coprolithen eine bedeutend größere Wirkung im aufgeschlossenen als im rohen Zustande haben. Es werden deshalb diese Materialien jetzt auch nur als Superphosphate direct zur Düngung verwendet.

§ 256.

d) Das Aufschließen der phosphorsäurehaltigen Materialien.

Der phosphorsaure Kalk ist, wie er in den meisten Rohmaterialien für die Superphosphat-Fabrikation enthalten ist, drei basisch phosphorsaurer Kalk. Durch den Aufschließungs-Proceß soll er in löslichen, sauren phosphorsauren Kalk verwandelt werden. Zu diesem Zwecke werden ein Äquivalent bas. phosphors. Kalk ($_3CaOPO^5$ oder $_3CaPO^6$) mit 2 Aequivalenten Schwefelsäurehydrat (SO^3H_2O oder SO^4H_2) gemischt, hierdurch entsteht saurer phosphorsaurer und schwefelsaurer Kalk. Die folgende Formel drückt diesen Proceß aus.

$$PO^5{}_3CaO + SO^3H_2O = PO^5Ca_2H_2O + SO^3CaO.$$

oder $P_2O^8{}_3Ca + SO_4H_2 = P_2O^8Ca_2H_2 + SO_4Ca.$

Es werden somit dem bas. phosphorsauren Kalk 2 Aequivalente Calcium entzogen an deren Stelle 2 Aequivalente Wasserstoff treten.

Die Menge der erforderlichen Schwefelsäure berechnet sich hiernach leicht wie folgt: Das Aequivalentgewicht des basischen phosphorsauren Kalkes ist 155, das der Schwefelsäure 98, so

daß nach obiger Gleichung auf 1% phosphorsauren Kalk an Schwefelsäure $^{98}/_{155}$%, d. i 0,6323% gebraucht wird, woraus sich an Schwefelsäureanhydrit 0,516% ergiebt.

Die Rohmaterialien für die Superphosphat-Fabrikation enthalten meistens aber außer phosphorsaurem Kalk noch kohlensauren Kalk, welcher bei der Behandlung der Masse mit Schwefelsäure zunächst eine seinem Kalkgehalte zur Bildung von schwefelsaurem Kalke entsprechende Menge Schwefelsäure beansprucht. Hierdurch wird die Schwefelsäuremenge, welche zum Aufschließen des phosphorsauren Kalkes bestimmt ist, verringert, es würde mithin das Aufschließen ein unvollständiges sein, wenn nicht die anzuwendende Schwefelsäure entsprechend der Menge des vorhandenen kohlensauren Kalkes vermehrt würde.

Bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf kohlensauren Kalk entsteht unter Freiwerden der Kohlensäure nach folgender Gleichung Gyps:

$$CO_2CaO + SO_3HO = SO_3CaO + H_2O + CO^2$$

Es würde somit auch Wasser frei werden, wenn nicht der schwefelsaure Kalk zu demselben große Verwandtschaft hätte, so daß er sich gleich bei der Entstehung mit demselben unter Bildung von Gyps verbindet. Bemerkt sei gleich noch, daß der Gyps die Formel: $SO_3CaO + {}_2H_2O$ hat, woraus hervorgeht, daß er die doppelte Menge Wasser enthält, als sich bei obigem Processe bildet. Für 1 Theil kohlensauren Kalk berechnet sich die erforderliche Menge Schwefelsäureanhydrit aus den Aequivalent-Gewichten auf dieselbe Weise, wie beim phosphorsauren Kalk, zu 0,8 ($^{80}/_{100}$).

Außer kohlensaurem Kalk enthalten gewisse Rohmaterialien z. B. Knochenasche, noch Aetzkalk, von dem ebenfalls das beim kohlensauren Kalk Gesagte gilt. Für 1 Theil Aetzkalk ergiebt sich die nothwendige Menge Schwefelsäureanhydrit zu 1,43 ($^{80}/_{56}$).

Da die jedesmalige Berechnung der erforderlichen Schwefelsäure etwas umständlich ist, so hat Rümpler eine Tabelle berechnet, welche die Feststellung der nothwendigen Schwefelsäure wesentlich erleichtert und welche ich deshalb hier folgen lasse. (p. 499).

Als Schwefelsäure wird zum Aufschließen nie reine, sondern stets rohe verwendet, wie sie von den Fabriken geliefert wird. Im Handel kommen vor allem 3 Sorten von Schwefelsäure vor, nämlich solche von 66° Baumé — dies ist die höchst concentrirte, sie enthält 78—80% Schwefelsäureanhydrit oder 95,5—98% Schwefelsäurehydrat — dann die von 60° Baumé

Theile $PO_5 3CaO$	gleich Theilen PO_5	brauchen zum Aufschließen Theile SO_3	Theile PO_5	brauchen zum Aufschließen Theile SO_3	Theile $CaCO_3$	brauchen zum Aufschließen Theile SO_3	Theile CaO	brauchen zum Aufschließen Theile SO_3
1	0,458	0,516	1	1,127	1	0,8	1	1,43
2	0,916	1,032	2	2,253	2	1,6	2	2,86
3	1,374	1,548	3	3,380	3	2,4	3	4,29
4	1,832	2,064	4	4,507	4	3,2	4	5,72
5	2,290	2,580	5	5,634	5	4,0	5	7,15
6	2,748	3,096	6	6,760	6	4,8	6	8,58
7	3,206	3,612	7	7,887	7	5,6	7	10,01
8	3,664	4,128	8	9,014	8	6,4	8	11,44
9	4,122	4,644	9	10,140	9	7,2	9	12,87

mit 64% Schwefelsäureanhydrit und die sogen. Kammersäure von ungefähr 50° Baumé mit ca. 51% Anhydrit.

Die folgende Tabelle über den Gehalt der verdünnten Schwefelsäure an wasserfreier Säure und an Schwefelsäurehydrat nach Bineau wird die Berechnung der anzuwendenden Schwefelsäure gleichfalls sehr erleichtern, weshalb ich sie hier aufgenommen habe; dieselbe ist auch dem Werke von A. Rümpler entnommen.

Grade nach Baumé	Specifisches Gewicht	Bei 0°		Bei 15° C.	
		100 enthalten		100 enthalten	
		SO^3H_2O	SO_3	SO^3H_2O	SO_3
5	1,036	5,1	4,2	5,4	4,3
10	1,075	10,3	8,4	10,9	8,9
15	1,116	15,5	12,7	16,3	13,3
20	1,161	21,2	17,3	22,4	18,3
25	1,209	27,2	22,2	28,3	23,1
30	1,262	33,6	27,4	34,8	28,4
33	1,296	37,6	30,7	38,9	31,8
35	1,320	40,4	33,0	41,6	34,0
36	1,332	41,7	34,1	43,0	35,1
37	1,345	43,1	35,2	44,3	36,2
38	1,357	44,5	36,3	45,5	37,2
39	1,370	45,9	37,5	46,9	38,3
40	1,383	47,3	38,6	48,4	39,5
41	1,397	48,7	39,7	49,9	40,7
42	1,410	50,0	40,8	51,2	41,8
43	1,424	51,4	41,9	52,5	42,9
44	1,438	52,8	43,1	54,0	44,1
45	1,453	54,3	44,3	55,4	45,2
46	1,468	55,7	45,5	56,9	46,4
47	1,483	57,1	46,6	58,2	47,5
48	1,498	58,5	47,8	59,6	48,7
49	1,514	60,0	49,0	61,1	50,0
50	1,530	61,4	50,1	62,6	51,1
51	1,546	62,9	51,3	63,9	52,2
52	1,563	64,4	52,6	65,4	53,4
53	1,580	65,9	53,8	66,9	54,6
54	1,597	67,4	55,0	68,4	55,8
55	1,615	68,9	56,2	70,0	57,1
56	1,634	70,5	57,5	71,6	58,4
57	1,652	72,1	58,8	73,2	59,7
58	1,671	73,6	60,1	74,7	61,0
59	1,691	75,2	61,4	76,3	62,3
60	1,711	76,9	62,8	78,0	63,6
61	1,732	78,6	64,2	79,8	65,1
62	1,753	80,4	65,7	81,7	66,7
63	1,774	82,4	67,2	83,9	68,5
64	1,796	84,6	69,0	86,3	70,4
65	1,819	87,4	71,3	89,5	73,0
65,5	1,830	89,1	72,2	91,8	74,9
65,8	1,837	90,4	73,8	94,5	77,1
66	1,842	91,3	74,5	100,0	81,63
66,2	1,846	92,5	75,5	—	—
66,4	1,852	95,0	77,5	—	—
66,6	1,857	100,0	81,6	—	—

In den Rohmaterialien kommen aber nicht nur die bisher genannten Verbindungen vor, sondern, z. B. im Leimkalk, noch halbsaures Kalkphosphat, oder in dem phosphatischen Guano halbsaure phosphorsaure Magnesia und auch phosphorsaure Magnesia vor, dann enthalten die Rohmaterialien noch phosphorsaures Eisenoxyd und auch phosphorsaure Thonerde. Würde man bei den Phosphaten, welche zum Theil halbsauren phosphorsauren Kalk oder halbsaure phosphorsaure Magnesia enthalten, diese unberücksichtigt lassen und die erforderliche Schwefelsäure, wie vorher angegeben, berechnen, so würde man zu viel von dieser Säure verwenden und so nie trockne Fabrikate erhalten. Es muß daher bei der Berechnung auf den Gehalt an genannten Verbindungen stets Rücksicht genommen werden.

Nach den oben über die Berechnung der erforderlichen Schwefelsäure gemachten Angaben ist die Feststellung der für die einzelnen Verbindungen zum Aufschließen nothwendige Säure leicht. So ergiebt sich für 1% halbsauren phosphorsauren Kalk 0,258 %, für 1% halbsaure phosphorsaure Magnesia 0,306%, für 1% phosphorsaure Magnesia 0,611%, für 1% phosphorsaures Eisenoxyd 0,53% wasserfreier Säure u. s. w.

Eine volle Analyse der Rohmaterialien läßt sich in dem Fabrik-Laboratorium aber schwer stets ausführen. Rümpler schlägt deshalb folgende Methode vor, welche ohne Rücksicht auf die im Phosphate vorhandenen Stoffe nur die zum Aufschließen nöthige Säure angiebt und die er stets angewendet hat, und welche er empfehlen zu können glaubt. Es ist dies die folgende:

„Man übergieße 20 Grm. des feingeriebenen Phosphates in einen Literkolben mit einer zum Aufschließen mehr als hinreichend, genau abgewogenen Menge einer nicht zu verdünnten Schwefelsäure (Salpetersäure nur bei Abwesenheit organischer Substanzen und Chlor), deren Gehalt man genau kennt, lasse den Kolben ein bis zwei Stunden im Wasserbade bei etwa 50° stehen, lasse dann erkalten, fülle mit Wasser bis zur Marke, schüttele gut um und filtrire. Vom Filtrat nehme man 50 ccm. in ein recht helles Becherglas und setze aus einer Bürette kohlensäurefreie Zehent-Normal-Kalilauge zu. Die Lösung wird sich durch Ausscheiden von basischem Phosphate trüben, die Trübung aber verschwindet anfangs beim Umschütteln sogleich wieder. Bleibt dieselbe, so ist die Bestimmung beendet. Bei einiger Uebung erkennt man diesen Punkt sehr scharf."

Vor der Behandlung mit Schwefelsäure, deren Menge nach den obigen Angaben sich leicht ermitteln läßt, müssen die betreffenden Rohmaterialien erst in ein möglichst feines, trocknes Pulver verwandelt werden. Aus nassen Rohmaterialien lassen sich nie trockne Superphosphate herstellen. Die Zerkleinerung der phosphatischen Guano, der Knochenkohle, Knochenasche, auch der Peruguano, der Coprolithen, sowie aller nicht all zu harten

Materialien wird durch sog. Desintegratoren, welche von Thomas Carr in Montpelier bei Brishl erfunden sind, ausgeführt.

Den Desintegrator beschreibt Rümpler, wie folgt:

„Er besteht im Wesentlichen aus zwei, drei oder vier Siebcylindern, sog. Käfigen, welche concentrisch auf einer Achse angebracht sind, so daß zwischen je zweien sich hinreichender Zwischenraum für das Mahlgut befindet. Die Käfige bestehen aus zwei Stirnscheiben oder Kränzen, zwischen denen starke Eisenstäbe parallel mit einander befestigt sind. Die ganze Maschine wird durch zwei Riemen, einen geraden und einen gekreuzten, von derselben Transmission aus getrieben und zwar so, daß, beispielsweise von vier Käfigen, der erste und dritte sich nach rechts, der zweite und vierte nach links drehen. Das zu zerkleinernde Material wird durch einen Rumpf in den innersten Käfig eingeschüttet, erhält durch denselben eine rotirende Bewegung und wird schließlich, durch die Centrifugalkraft, zwischen den Stäben desselben hindurch geschleudert. Dabei behält es, vermöge seiner Trägheit, die Rechtsbewegung bei. Da nun die Stäbe des zweiten Cylinders sich nach links bewegen, so bekommen die verschiedenen Theile des Materials Schläge, deren Kraft sich aus der Summe der Geschwindigkeiten des Materials nach rechts und der Stäbe des zweiten Cylinders nach links berechnet.

Durch die Centrifugalkraft wird das Material auch hier zwischen den Stäben hindurch geschleudert werden, und so wiederholt sich der ganze Vorgang, bis schließlich zwischen den Stäben des letzten Käfigs das Pulver aus der Maschine herausgeschleudert wird."

Sehr harte Materialien, wie die Phosphorite, werden auf horizontalen Mahlgängen, welche durch Dampfmaschinen betrieben werden, zu einem möglichst feinen Pulver zermahlen.

Die Zubereitung des Guano für das Aufschließen erfolgt von den Importeuren in Hamburg, so daß die Fabrikanten bereits ein zur Fabrikation voll geeignetes Material erhalten.

Die Mischung der Rohmaterialien mit der Schwefelsäure geschieht in Gruben, welche entweder kreisrund oder viereckig und in die Erde eingelassen sind. Welche von diesen beiden Formen den Vorzug verdient, will ich hier nicht entscheiden, beide Arten werden von den betr. Fabrikanten als die besten hingestellt. Diese Gruben werden aus hart gebrannten Ziegeln und gewöhnlichem Kalkmörtel hergestellt, oder sind mit Blei ausgesetzt und so groß dargestellt, daß in ihnen 10—30 Ctr. Rohmaterial aufgeschlossen werden kann.

Die Beschickung geschieht meistens in der Art, daß in die Gruben zunächst die abgewogene Schwefelsäure gebracht wird und dann das bereits am Rande aufgeschüttete und gewogene Rohmaterial möglichst schnell und gleichmäßig über die ganze Oberfläche ausgestreckt wird.

Die Mischung von Säure und Rohmaterial erfolgt in den Gruben durch Handarbeit und zwar vermittelst sog. Kalk-

schlägerhacken oder nicht zu schweren durchlässigen Hacken ähnlichen Geräthen, mit welchen von einer entsprechenden Anzahl Arbeiter die Masse kräftig umgerührt wird.

Andererseits ist auch vorgeschlagen (Pieper) und zwar vor allem für die phosphatischen Guano zunächst die Hälfte des Rohmaterials in die Gruben zu bringen und wie oben angegeben zu bearbeiten und dann die andere Hälfte unter ununterbrochenem Durchrühren bis auf ca. $^1/_{10}$ des ganzen Quantums einzutragen. Hat die Mischung von $^9/_{10}$ mit der Schwefelsäure gut stattgefunden, so soll man die Oberfläche möglichst ebnen und mit dem letzten $^1/_{10}$ der Rohwaare überstreuen und das Ganze sich jetzt 5—10 Minuten selbst überlassen.

Das Mischen des Pulvers mit der Säure erfolgt in England im Großen durch mechanische Mischapparate, von denen jetzt vor allem zwei im Gebrauch sind.

Der eine Apparat besteht in einem 10′ langen und 1′ weiten Cylinder von 1″ starkem Gußeisen, der etwas geneigt liegt; in demselben befindet sich eine vierkantige, in der Art mit Flügeln besetzte Welle, daß eine archimedische Schraube gebildet wird. — Die gemahlenen Coprolithen u. s. w. fallen durch einen Trichter an dem höheren Ende des Cylinders ein und die Säure tritt unmittelbar daneben in denselben; für die Bewegung der Welle ist ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt des Gemisches nothwendig, weshalb die so hergestellten Präparate auch immer sehr wasserhaltig sind.

Den zweiten Apparat bildet ein kleiner Kollergang mit Steinen von etwa 2′ Durchmesser, welche mit dicken Eisenreifen umgeben sind. Statt des Bodensteins und seiner Zarge dient hier ein kreisförmiger Trog aus Gußeisen. Dieser Apparat soll ein besseres Aufschließen bei geringerem Säureverbrauch bewirken und ein trockneres Fabrikat liefern.

§ 257.

e) Aufschließung der Lahn-Phosphorite.

Dr. L. Brunner theilte in der Section für agriculturchemisches Versuchswesen in Salzburg über die Aufschließung der Lahnphosphorite Folgendes mit:

„Nachdem der Phosphorit auf horizontalen Mahlgängen, welche durch eine 200pferdige Dampfmaschine betrieben werden, zu feinstem Mehl zermahlen ist, wird in hölzernen, mit Rührwerk versehenen Bottichen die Umsetzung des phosphorsauren Kalks zu schwefelsaurem Kalk und freier Phosphorsäure mittelst sehr verdünnter Schwefelsäure bewirkt. Es wird die aus den Bleikammern kommende Schwefelsäure von 50—52° B. in diesem Rührbottich verdünnt und dann langsam durch ein Becherwerk die für eine bestimmte Menge Säure nach der praktischen Erfahrung bestimmte Menge Phosphoritmehl unter stetem Rühren eingetragen. Hierbei ist darauf zu achten, daß nach der Zersetzung kein zu bedeutender Ueberschuß von Schwefelsäure vorhanden ist, durch welchen, abgesehen von dem Verluste an Schwefelsäure, die Apparate unnöthiger Weise angegriffen und später schwer trocknende nasse Superphosphate erzielt werden würden; andererseits muß die Schwefelsäuremenge aber auch genügend sein, allen phosphorsauren Kalk zu zersetzen, weil man sonst Verlust an Phosphor-

säure erleiden würde, oder unter Umständen einbasisch phosphorsauren Kalk in Lösung erhielte, der beim Eindampfen der Lauge Störung verursacht und ebenfalls später feuchtes Superphosphat liefert. Ich will an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, daß die in den Lahnphosphoriten mit dem phosphorsauren Kalk häufig vorkommenden phosphorsauren Eisen- und Thonerdeverbindungen durch diese Verdünnung der Schwefelsäure sich nur sehr wenig lösen; besonders die natürliche phosphorsaure Thonerde ist fast unlöslich, ein Verhalten, welches ich schon vor Jahren bei der Analyse festgestellt habe; deshalb eignen sich zur Verarbeitung nach unserem Verfahren die möglichst eisen- und thonerdefreien Phosphorite am besten; bei Vorwalten von phosphorsauren Eisen- und Thonerdeverbindungen würden die Verluste an Phosphorsäure zu bedeutend sein; denn alle Phosphorsäure, die nicht in Lösung geht, ist für uns Verlust.

Nach dieser kleinen Abschweifung ist inzwischen im Rührbottich die Umsetzung erfolgt; meist lassen wir zwei Stunden den dünnen Brei rühren; derselbe besteht aus in Lösung befindlicher Phosphorsäure, gefälltem schwefelsauren Kalk und den unlöslichen Bestandtheilen des Phosphorits. Zur Beschleunigung der Arbeit wird derselbe in einen zweiten, tieferstehenden „Sammelbottich", der ebenfalls noch mit Rührwerk versehen ist, abgelassen und der obere „Ansatzbottich" von Neuem beschickt; beiläufig bemerkt, werden 1900 Kilo Phosphat in dem 3 m Durchmesser haltenden Ansatzbottich auf einmal zersetzt.

Es kommt nun darauf an, die in Lösung gegangene Phosphorsäure von den festen Bestandtheilen zu trennen. Dieses geschieht in Filterpressen, deren Einrichtung allgemein bekannt ist. Aus dem tiefer stehenden „Sammelbottig" saugen Membranpumpen den dünnen Brei an und drücken ihn in die Pressen. Selbstredend müssen die so eingerichtet sein, daß sie den beiden, so außerordentlich zerstörend wirkenden Mitteln, Säure und Sand, möglichst widerstehen. In den Pressen also erfolgt die Trennung; die Phosphorsäure fließt klar ab und sammelt sich in Vorrathsbottichen, während die festen Bestandtheile als Kuchen zurückbleiben. Diese enthalten bei etwa 40 % Wassergehalt immer noch bedeutende Mengen in Lösung befindlicher Phosphorsäure, die noch gewonnen werden muß. Zu dem Zweck werden sie unter starkem Druck, hervorgebracht durch starke Druckpumpen, mit Wasser in der Presse ausgewaschen. Das abfließende Waschwasser wird nach fortschreitender Auslaugung natürlich ärmer an Phosphorsäure und würde die Kosten des Eindampfens nicht lohnen. Deshalb wird nur das Waschwasser, welches noch mit 8° Bé. abfließt, in die zur Concentration bestimmte erste Lauge zufließen lassen, während das unter 8—0° Bé. abfließende in einen andern Bottich fließt und zur Verdünnung der Kammersäure dient; dieses ist eben das oben erwähnte Waschwasser. Auf diese Weise wird das Abdampfen erspart und doch die Phosphorsäure gewonnen. Die ausgewaschenen Kuchen, der Hauptsache nach aus gefälltem Gyps bestehend, werden zur Zeit noch auf die Halde gestürzt, bis unsere benachbarten Landleute hinreichend Verständniß bekommen haben werden, die immer noch in denselben vorhandenen 2—3 % Phosphorsäure (theils unlöslich, theils in Citrat löslich) neben dem Gyps zu würdigen.

Die aus den Pressen gewonnene Phosphorsäure, die etwa 10—12° Bé. zeigt, wird nun in großen Oefen bis auf etwa 55° Bé., entsprechend etwa 42 % wasserfreier Phosphorsäure, eingedampft. Diese Oefen sind derartig gebaut, daß einerseits ein Verlust an Phosphorsäure nicht eintreten kann, andererseits die Hitze möglichst ausgenutzt wird. In besonderen Siemens-

schen Generatoren werden die Kohlen vergast und darauf diese Gase mit stark vorgewärmter Luft über der Flüssigkeit selber zur vollkommenen Verbrennung gebracht. Die Flamme streicht unter einem gemauerten Gewölbe über die Flüssigkeit hin und bewirkt so die Verdampfung; die Flüssigkeit selber befindet sich in einer großen Bleipfanne von etwa 3 m Breite und 18 m Länge, welch letztere durch Mauerwerk gegen Schmelzen gesichert ist. Wenn die Lauge im Ofen etwa 55° Bé. zeigt, ist die Concentration genügend; unsere Erfahrung hat uns gezeigt, daß bei noch weiter betriebener Eindampfung die aus dem Ofen abgelassene Lauge nach dem Erkalten zu einem steifen Brei erstarrt, der die weitere Verarbeitung zu Superphosphat erschwert.

Die so erhaltene Lauge von 55° Bé. oder etwa 42 % Phosphorsäure wird nach dem Erkalten nunmehr zum Aufschließen an Stelle der sonst verwendeten Schwefelsäure benutzt. Zum Aufschließen verwenden wir zu Zeiten ein fast eisen- und thonerdefreies Rohphosphat, dessen Name und Ursprung ich freilich an dieser Stelle nicht öffentlich nennen möchte; jedoch gebe ich Ihnen die Versicherung, daß es kein Lahnphosphorit ist. Es lag ja nichts näher, als zu versuchen, das billigste aller Rohphosphate, den Lahnphosphorit, selber mit Phosphorsäure aufzuschließen, aber alle unsere Versuche sind vollständig gescheitert: nicht nur machten wir durch Zusatz von Phosphorsäure aus dem Phosphorit keine Phosphorsäure löslich, sondern es wurde auch noch ein Theil der in Lösung befindlichen Phosphorsäure der Lauge unlöslich. Wir haben dann alle möglichen Rohphosphate, als: Knochenkohle, präcipitirten Kalk der Leimfabriken, Bakerguano, Mejillonesguano, Curaçaophosphat aufgeschlossen und zum Theil befriedigende Resultate erhalten. Die besten Resultate jedoch gab uns das oben erwähnte Phosphat, besonders auch bezüglich der mechanischen Beschaffenheit. Das Aufschließen selber wird in flachen gemauerten Gruben von Hand ausgeführt. Vierundzwanzig Stunden nach der Mischung ist der Grubeninhalt vollständig erstarrt und wird zunächst auf Haufen gebracht. Da der Proceß der Umsetzung ein anderer ist als bei der gewöhnlichen Darstellung von Superphosphat mittelst Schwefelsäure, bei welcher der sich bildende Gyps das Trocknen des Fabrikats bewirkt, so haben wir bei unserm Fabrikat noch die Schwierigkeit zu bewältigen, das Superphosphat in einen so trockenen Zustand zu bringen, daß es sich pulvern läßt. Dies künstliche Trocknen geschieht theils auf den Kiesröstöfen der Schwefelsäure-Fabrik, theils in großen Kammern, welche von den abziehenden Feuergasen der Dampfkessel geheizt werden, theils in einem großen, besonders für diesen Zweck erbauten Trockenofen mit verschiedenen Etagen. Nach dem Trocknen wird das Superphosphat wie jedes andere durch Desintegratoren gepulvert, gesiebt und in Säcke oder Fässer verpackt.“

§ 258.

Kompostirung des Phosphorites.

Die gewöhnliche Art der Aufschließung ist bei den Phosphoriten, wie die bisherige Betrachtung gezeigt hat, wegen bald eintretender Bildung zurückgegangener Phosphorsäure nicht anwendbar, weshalb für die Aufschließung der Phosphorite ein

anderes Verfahren hat erdacht werden müssen. Dies Verfahren eignet sich aber am besten für hochgrädige und an Eisenoxyd und Thonerde arme Phosphorite. Da an der Lahn aber große Mengen niedergrädige und an Eisenoxyd und Thonerde reichere Phosphorite vorkommen, in welchen die Phosphorsäure billig zu haben ist, so ist die Frage, wie diese verwerthet werden können, eine nicht unwichtige.

Es lag nun nahe, daß wenn die Phosphorsäure der Phosphorite der Landwirthschaft nutzbar gemacht werden sollte, dies nur auf dem Wege der Compostirung mit Materialien, welche jedem Landwirthe leicht zugänglich sind, geschehen könnte.

Der Verfasser hat daher bereits 1870 Versuche dahin ausgeführt und ging bei denselben von der Ansicht aus, daß Kohlensäure, Humussäure resp. andere organische Säuren und Ammoniaksalze in längerer Einwirkung auf die Phosphorsäure der Phosphorite lösend einwirken würden. Es mußten deshalb solche Materialien gewählt werden, welche entweder bereits diese Körper enthielten, oder aus welchen sich dieselben durch Zersetzung bilden. Es wurden daher außer Erde, Jauche und Stallmist gewählt.

Der zur Compostirung verwendete Phosphorit hatte die folgende Zusammensetzung:

Hygroscopisches Wasser	2,10
Chemisch gebundenes Wasser und organische Substanz	2,50
Eisenoxyd	15,60
Kalkerde	20,99
Magnesia	1,86
Kali	1,76
Phosphorsäure	14,56
Schwefelsäure	0,14
Kohlensäure	1,13
Chlor	0,05
Sand, Thon und Kieselsäure	37,79
Fluor, Natrium und Verlust	1,52
	100,00
3 bas. phosphorsaurer Kalk	31,79 %

Dieser Phosphorit wurde wie folgt compostirt:

I. 10 Ctr Phosphorit, 10 Ctr. Jauche und 36 Ctr. Erde.

II. 10 Ctr. Phosphorit, 20 Ctr. Jauche und 36 Ctr. Erde; und

III. 10 Ctr. Phosphorit, 10 Ctr. Stallmist und 36 Ctr. Erde.

Die Anlage der Composthaufen, welche am 10. Mai 1870 erfolgte, geschah in der Art, daß zunächst ein 15 cm. tiefes Beet, welches bei I und II 280 cm. lang und 170 cm. breit und bei III 340 cm. lang und 140 cm. breit ausgegraben wurde. In dieses Beet wurden bei I und II 18 Ctr. Erde muldenförmig gebracht, darauf 125 ℔ Jauche und 2 Ctr.

Phosphorit, dann 150 ℔ Jauche und 2 Ctr. Phosphorit, dieses gut durchgearbeitet, dann zur Erhöhung der Wandungen 10 Ctr. Erde, hierauf 100 ℔ Jauche und 2 Ctr. Phosphorit u. s. w., bis die 10 Ctr. Phosphorit mit Jauche gründlich durchgearbeitet in dem Komposthaufen befindlich waren. Jetzt wurde der Rest der für die Haufen bestimmten Erde, 8 Ctr., theils zur Verstärkung, theils zur Erhöhung der Seitenwandungen benutzt und noch 150 ℔ Jauche gegeben. Da die bisher zugeführte Jauche an diesem Tage nicht vollständig absorbirt wurde, so mußte der Zusatz des Restes der Jauche, 275 ℔, noch etwas verschoben und die Haufen offen liegen gelassen werden, bis genannter Rest gegeben werden konnte. Bei Haufen III wurden in das Beet zunächst 14 Ctr. Erde, auf diese 2 Ctr. langer Mist und 4 Ctr. Phosphorit, dann wieder 2 Ctr. Mist und 2 Ctr. Phosphorit u. s. w. bis 10 Ctr. Mist und 10 Ctr. Phosphorit über einander geschichtet waren, jedoch so geordnet, daß der Phosphorit schließlich mit Mist bedeckt war. Jetzt wurden die noch fehlenden 22 Ctr. Erde in der Art auf den Haufen gebracht, daß derselbe möglichst damit bedeckt war. Am 28. Juli wurden die Haufen umgestochen und hierbei, soweit möglich, durchgearbeitet. Nach dem Umarbeiten erhielt Haufen II allmählich die noch fehlenden 1000 ℔ Jauche. Da im Juli, August und auch noch im September sehr viel Regentage waren, so hatte dieser Haufem erst am 3. October die bestimmte Jauchemenge erhalten. Die Haufen blieben dann während des Winters unberührt liegen und wurden 1871 am 25. März, 12. Juli und 30. August umgearbeitet — stets 2 mal.

Da die Analyse allein für die erfolgte Umwandlung nicht voll entscheidend sein konnte, so war bestimmt, diese Haufen zu einem Düngungs-Versuche zu benutzen und zwar dem ursprünglichen Plane nach mit einer Sommerfrucht im Frühjahr 1871. Da aber die Versuchsfelder eine so große Fläche nicht mehr hergaben und die Verhältnisse der Wirthschaft es ebenfalls nicht gestatteten, so mußten die Haufen, wie angegeben, bis zum Herbst liegen bleiben und wurden jetzt zu einem Versuche mit Roggen benutzt.

Das zu dem Versuche gewählte Feld war 6 sächs. Acker, 181 Quadrat-Ruthen groß und hatte im Jahre 1871 Klee, 1870 Gerste, wozu mit 12 Scheffel Kalk gedüngt war, 1869 Kartoffel, welche 16 Fuder Stallmist, 1868 Weizen ohne Düngung und 1867 Raps, der 20 Fuder Stallmist pro Acker erhalten hatte, getragen. Aus diesem Stücke wurden 3 sächs. Acker, welche von möchlichst gleicher Beschaffenheit waren, ausgewählt. Da es Wirthschaftsfeld war, so konnte nicht gut ein ganzer Acker ungedüngt gelassen werden, weshalb nur 1/8 Acker zum Vergleiche ungedüngt verbleiben sollte, der leider durch ein Versehen des Arbeiters ebenso wie der Rest des Feldes gedüngt wurde und zwar pro Acker mit 3 Ctr. Knochenmehl und 1 Ctr. Ammoniaksuperphosphat.

Am 12. September wurden die Haufen nochmals durchgearbeitet, die Massen dann durch einen Durchschlag geworfen, mit der Hand gestreut und das Feld gepflügt; Komposthaufen III zeigte hierbei eine ganz vorzügliche Beschaffenheit: der Mist war vollständig verrottet.

Der Roggen wurde am 6. October gesäet. Der Winter war in hiesiger Gegend ein ungünstiger, so daß manche Pflanzen ausfroren.

Die Komposterden hatten nach Analyse von E. Günz die folgende Zusammensetzung:

	Compost I %	Compost II %	Compost III %
Organische Substanz	2,62	3,38	5,38
Eisenoxyd und Thonerde	8 16	6,67	9,50
Kalkerde	3,23	3,01	3,33
Magnesia	0,36	0,50	0,43
Kali	0,57	0,72	0,58
Natron	0,25	0,57	0,39
Phosphorsäure	3,46	3,02	4,51
Schwefelsäure	0,10	0,12	0,16
Kieselsäure	1,66	0,95	3,43
Thon und Sand	78,70	80,40	70,19
Chlor, Kohlensäure und Verlust	0,89	0,66	2,15
	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	0,08	0,11	0,27
Lösliche Phosphorsäure	0,07	0,08	0,10

Die Witterung des Frühjahres war eine sehr günstige, so daß die nachtheiligen Wirkungen des Winters bald ausgeglichen waren.

Die Ernte, auf einen Hectar umgerechnet, ergab:

	I Kilo	II Kilo	III Kilo
Körner	2512,2	2575,7	2708,3
Stroh	4197,2	3899,2	4182,2
Ueberkehr und Spreu	703,9	639,0	789,9
Gesammternte somit	7413,3	7113,9	7680,4

Die übrigen 3 Acker 181 Quadrat-Ruthen des Feldes, welche wie oben angegeben, gedüngt, lieferten pro Hectar 2087,9 Kilo Körner.

Um die Ernte von den Versuchsparzellen noch weiter zu characterisiren, sei noch die Körner-Ernte der übrigen Schläge des Rittergutes 1872 angegeben.

1. 4 Acker, gedüngt pro Acker mit $1^1/_4$ Ctr. Ammoniak-Superphosphat (9 % Stickstoff und 9 % lösl. Phosphorsäure) und $2^1/_4$ Ctr. Knochenmehl gaben pro Hectar 1650,6 Kilo;

2. 3 Acker 58 Quadrat-Ruthen, gedüngt mit $1^1/_2$ Ctr. Ammoniak-Superphosphat und 3 Ctr. Knochenmehl, lieferten pro Hectar 1079,2 Kilo;

3. 8 Acker 221 Quadrat-Ruthen, gedüngt pro Acker mit 1 Ctr. Ammoniak-Superphosphat und 2 Ctr. Knochenmehl, gaben 2166,6 Kilo;

4. 5 Acker 237 Quadrat-Ruthen, gedüngt wie 3, pro Hectar 2231,6 Kilo.

Diese Angaben zeigen, daß der Ertrag der Versuchsparzellen der höchste war, welcher 1872 überhaupt in Pommritz geerntet wurde und documentiren zugleich die günstige Wirkung des Compostes in sehr hübscher Weise.

Aus diesen Versuchen folgt daher:

1. Daß der Phosphorit durch Compostirung mit Materialien, welche bei der Zersetzung Kohlensäure, Humussäure resp. andere organische Säuren und Ammoniaksalze (resp. Salpetersäure) liefern, für das Pflanzenwachsthum günstig verändert, d. h. daß die Phosphorsäure desselben löslicher und dadurch aufnehmbarer gemacht wird.

2. Daß Compostirung des Phosphorits mit frischem Stallmist am günstigsten gewirkt hat und deshalb am meisten zu empfehlen ist.

Simon ließ frisch ausgefüllte Humussäure auf Phosphorit einwirken und konnte nach verhältnißmäßig wenig Stunden gelöste Phosphorsäure quantitativ nachweisen:

11,64 Grm. Humussäure hatten 4,01 Mgrm. Phosphorsäure gelöst. — Bei der Zersetzung der Jauche und des Stallmistes entstehen bekanntlich Humussäuren.

Holdefleiß kam dagegen durch seine Versuche im Jahre 1874 zu anderen Resultaten, während die des Jahres 1872 auch für durch die Compostirung bewirkte größere Löslichkeit der Phosphorsäure des Phosphorits zu sprechen schienen.

Holdefleiß führte seine Versuche in Kästen aus, in welchen Erde und Phosphorit entweder nur mit Wasser oder mit Jauche feucht gehalten, oder schwefelsaures Ammoniak und Wasser zugesetzt, oder Kalisalz und Jauche, oder Kalisalz, schwefelsaures Ammoniak und Wasser verwendet waren; ferner wurde Phosphorit mit saurem Humus (Haidehumus) und Jauche, oder mit Pferdemist, saurem Humus und Wasser mit schwarzem Torf und Jauche, mit Torf und Jauche, mit Torf und schwefelsaurem Ammoniak, mit braunem Torf und Wasser, mit braunem Torf und Jauche, wozu bei einigen Kästen noch Kalisalz kam, compostirt. Der Phosphorit enthielt 13,55, resp. 28,86 % Phosphorsäure.

Nach 8 monatlicher Einwirkung der Substanzen auf einander, während welcher Zeit die Mischungen in den Kästen stets feucht gehalten waren — mit Wasser, resp. Jauche — wurden Durchschnittsproben entnommen und untersucht. Die Untersuchung erstreckt sich, soweit sie hier von Interesse ist, auf Bestimmung der in citronensaurem Ammoniak (von 1,090 specifisches Gewicht) löslichen Phosphorsäure. Das Resultat der Untersuchung war, daß eine erheblich größere Löslichkeit der Phosphorsäure, als vor dem Versuche nicht constatirt werden konnte, z. B. Torf, Phosphorit und Wasser enthielten nach dem Versuch 0,195 Kilo Phosphorsäure mehr in dem genannten Lösungsmittel löslich, als vor dem Versuche, Torf, schwefelsaures Ammoniak und Wasser 0,348, Torf und Jauche 0,302, dagegen Erde und Jauche nur 0,032 Kilo mehr u. s. w. Die Resultate procentisch berechnet ergeben, daß von der Gesammtphosphorsäure von 0—5,821 % mehr gelöst war; die günstigeren Zahlen sind da, wo Torf verwendet worden ist.

Holdefleiß schließt aus seinen Versuchen:

1. Die natürlichen Humusverbindungen haben in dem Zustande, wie sie in der Ackererde und der Moorsubstanz auftreten, die Fähigkeit, rohe Phosphorite zu zersetzen, wenn überhaupt, so nur in geringem Maße.

2. Die humusartigen Zersetzungsproducte des Stallmistes üben in gleicher Weise kaum einen bemerkbaren Einfluß auf die Zersetzung der natürlichen Phosphorite aus.

3. Die aus der Zersetzung der organischen Substanzen in jenen Medien sich bildende Kohlensäure hat ebenfalls nicht die Fähigkeit, den durch die atmosphärischen Einflüsse bewirkten Verwitterungsproceß der Phosphorite in praktisch verwerthbarer Weise zu befördern.

4. Die in dem sogen. sauren Humus vorkommenden organischen Säuren vermögen ebenfalls nicht den Phosphorit anzugreifen.

5. Die im Boden circulirenden anorganischen Salze, namentlich aber die salpetersauren und — indem sie in diese übergehen — auch die Ammoniaksalze haben in höherem Grade als die organischen Substanzen die Fähigkeit, zersetzend auf den Phosphorit einzuwirken, doch ist das Maaß dieser Einwirkung zu gering, als daß es deshalb einer Compostirung verlohnte.

6. Manche Moorarten haben in hohem Grade die Fähigkeit, den Phosphorit aufzuschließen, in Folge ihres Gehaltes an freier Schwefelsäure.

Es liegen somit sich widersprechende Versuchsresultate vor. Der Verfasser und Simon haben gefunden, daß die Phosphorsäure des Phosphorits durch Compostirung resp. Humussäure löslicher gemacht werden kann, während Holdefleiß durch seine Versuche dies nicht bestätigt gefunden hat, obgleich dieselben bei Compostirung mit schwarzem Torf auch fast 6% mehr in citronsaurem Ammoniak lösliche Phosphorsäure ergeben haben. Ob bei den Holdefleiß'schen Versuchen Luft und Wärme in erforderlicher Menge vorhanden gewesen sind und ob möglicher Weise der Mangel hieran die Umsetzung beschränkt hat? Wir wissen, daß die Massen in den Kästen stets feucht gehalten worden sind. Die mit dem compostirten Phosphorit angeführten Düngungs-Versuche des Verfassers haben entschieden eine besonders günstige Wirkung des Compostes ergeben, welche der mit verwendeten Jauche, resp. dem Stallmist allein nicht zugeschrieben werden kann.

Ich kann deshalb die Compostirung des Phosphorits vor allem mit frischem Stallmist entschieden empfehlen.

§ 259.

Ersatz der Schwefelsäure durch Salzsäure.

Was den Ersatz der Schwefelsäure durch die vor allem in einigen Gegenden bedeutend billigere Salzsäure anbetrifft, wie dies mehrfach vorgeschlagen, so ist diesem durchaus nicht das Wort zu reden. Werden diese Materialien mit Salzsäure behandelt, so entsteht saurer phosphorsaurer Kalk und Chlorcalcium.

Ueber die Wirkung des Chlorcalciums, wenn es in größeren Mengen zum Boden gelangt, liegen noch keine sicheren Erfahrungen vor. Bei der äußerst großen Löslichkeit desselben und seiner so sehr bedeutenden, wasseranziehenden Kraft ist aber von vornherein eher auf eine schädliche als günstige Wirkung desselben zu schließen.

Ein theilweiser Ersatz der Schwefelsäure durch Salzsäure ist dagegen möglich, ja unter Umständen vortheilhaft; es darf in diesem Falle aber die Menge der Salzsäure nur $^1/_6$—$^1/_7$ der angewendeten Schwefelsäure betragen. Ich verweise hierbei auf die Mittheilung des Dr. Cohn in Betreff der Aufschließung des Sombrerits, bei dem wegen der großen Mengen von Schwefelsäure, welche zum Aufschließen erforderlich sind, das Austrocknen der Präparate außerordentlich erschwert wird; durch den zuerst gebildeten Gyps wird nämlich die weitere Action der Schwefelsäure verhindert und so verbleibt in dem Fabrikate eine Menge freier Schwefelsäure, welche aus der Luft begierig Wasser aufsaugt und die Austrocknung inhibirt. Bei Anwendung von Salzsäure wird aber dieser Uebelstand aufgehoben.

Nach Cohn soll die Salzsäure den gebildeten Gyps lösen und so neue Theile des Sombrerits den Angriffen der Schwefelsäure zugängig gemacht werden. Wie Cohn anführt, soll diese Erklärung durchaus nicht erschöpfend, dagegen die genannte Wirkung der Salzsäure eine Thatsache sein. Diese Erscheinung kann allerdings hierdurch allein nicht erklärt werden; merkwürdig und interessant bleibt sie aber jedenfalls. Schwefelsäure und Chlorcalcium sind ja die beiden Substanzen, deren sich der Chemiker zum Austrocknen von Gasen u. s. w. bedient. Weshalb hier die freie Schwefelsäure anders wirkt, als das gebildete Chlorcalcium, bleibt sonach noch unerklärt.

§ 260.

Die sogen. zurückgegangene Phosphorsäure und der präcipitirte phosphorsaure Kalk.

Sobald die Rohstoffe für die Superphosphatfabrikation größere Menge von Eisenoxyd und Thonerde enthalten, wie dies vor allem bei den meisten Phosphoriten der Fall ist, so bleibt die bei der Aufschließung löslich gemachte Phosphorsäure nicht voll in diesem Zustande, sondern ein Theil derselben geht in nicht zu langer Zeit wieder in die schwerlösliche Form zurück, indem sie an das vorhandene Eisenoxyd und die Thonerde tritt resp. mit Kalkerde präcipitirten phosphorsauren Kalk bildet.

Letzterer wird anderseits auch dadurch gewonnen, daß Kalkerde zu Lösungen von Phosphorsäure bis zur Neutralisation gesetzt wird. Derartige phosphorsaure Lösungen werden bei der Leimfabrikation aus Knochen vermittelst Salzsäure sowie bei der Verarbeitung der Phosphorite und Coprolithen gewonnen. — Thomas-Präcipitat. —

Bis Ende 1881 wurde in den Superphosphaten nur die im Wasser lösliche Phosphorsäure bestimmt und bezahlt; in der Versammlung von Versuchsstations-Vorständen und Handelschemikern am 18. December 1881 zu Halle wurde beschlossen, auf besonderes Verlangen auch die citratlösliche Phosphorsäure zu bestimmen.

Seit dem Jahre 1872 ist in Frankreich der zurückgegangenen Phosphorsäure eingehende Aufmerksamkeit geschenkt und in den betr. Fabrikaten diese und die im Wasser lösliche als gleichwerthig hingestellt und demnach auch bezahlt. Diese Thatsache veranlaßte Petermann in Gembloux, da Belgien mit Frankreich in wechselseitigem Düngerhandel steht, 1876 Versuche über den Werth der zurückgegangenen, resp. der präcipitirten Phosphorsäure im Gewächshause anzustellen, welche er in den nächsten Jahren wiederholte und durch die er zu dem Schlusse gelangt zu sein glaubte, daß diese Phosphorsäure-Formen thatsächlich gleichwerthig seien. Seine in diesem Sinne verfaßte Arbeit über die Frage erregte in Deutschland manches Aufsehen und kam vor allem den Fabriken der Lahn, welche den Lahnphosphorit verarbeiten, sehr gelegen. Die Resultate Petermann's glaubt Grandeau bei Versuchen im größeren Maaßstabe bestätigt gefunden zu haben. A. Mayer regte dann diese Frage zunächst auf der Naturforscher-Versammlung zu Cassel in der Section für landwirthschaftliches Versuchswesen an und forderte die deutschen Versuchsstationen zu eingehenden Versuchen über diese Frage auf. Dann erschien 1878 von Dünkelberg eine große Arbeit über diese Frage, welche an den preußischen Minister für Landwirthschaft gerichtet und für die Oeffentlichkeit nicht bestimmt gewesen zu sein scheint, welche aber auf Veranlassung des Ministers in den preußischen Jahrbüchern für Landwirthschaft erschien und allen Anstalten übersandt wurde. Diese Arbeit machte durch die Form, in der sie abgefaßt und durch die Angriffe auf die Versuchsstationen Deutschlands, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann, gerechtes Aufsehen und veranlaßte eine eingehende Besprechung dieser Frage auf der Versammlung der Agriculturchemiker zu Carlsruhe. Nach eingehender und sehr umfassender Debatte faßte die Versammlung fast einstimmig folgenden Beschuß: „Die Versammlung erkennt den Werth der zurückgegangenen Phosphorsäure für gewisse Bodenarten an, widerstrebt der Bestimmung derselben, falls sie von den Landwirthen oder Fabrikanten gewünscht wird, keineswegs, hält jedoch die bisher über die Höhe des Werthes derselben vorliegenden Versuche noch nicht für ausreichend bewiesen, um nach denselben eine Werthschätzung der zurückgegangenen und präcipitirten Phosphorsäure vorzunehmen. Sie verpflichtet sich nach Kräften durch die Ausführung von Versuchen in der nächsten Zeit zur Lösung der Frage mitzuwirken".

In Folge dieses Beschlusses wurden von einer Anzahl von Versuchsstationen im darauf folgenden Jahre Versuche angestellt und über dieselben bei der Naturforscher-Versammlung in Danzig referirt. Die Resultate dieser Versuche waren nicht derartig, das sie geeignet gewesen wären, der zurückgegangenen, resp. der präcipitirten Phosphorsäure gegenüber der

löslichen Phosphorsäure eine bestimmte Stellung anzuweisen. Versuche in dieser Richtung waren von Emmerling-Kiel, Siewers-Danzig, Müller-Hildesheim, Maercker-Halle, Birner-Regenwalde, Wolff-Hohenheim, Klien-Königsberg und dem Verfasser in Pommritz angestellt. Gleichzeitig referirte Fleischer über seine Versuche über die Werthbestimmung der im Wasser nicht löslichen Phosphorsäure, durch welche er nachwies, daß die bis jetzt für die Bestimmung der zurückgegangenen, resp. der präcipitirten Phosphorsäure von den französischen und belgischen Chemikern benutzten Methoden in keiner Weise sichere Resultate geben. Diese Thatsache ist für Düngungs-Versuche mit den genannten Formen der Phosphorsäure hochwichtig, denn wenn noch keine sichere Methode zur Bestimmung derselben vorliegt, so sind auch Versuche, welche den Werth derselben feststellen sollen, sehr bedenklicher Art, da ja die wirklich in genannter Form angewandte Phosphorsäure nicht sicher zu ermitteln ist. Die von den Lahn-Phosphorit-Fabriken zu Versuchen abgegebenen Fabrikate enthalten in Wasser lösliche und zurückgegangene Phosphorsäure. —

Die Bestimmungs-Methoden der zurückgegangenen, resp. präcipitirten Phosphorsäure waren im nächsten Jahre, wie die Verhandlungen der Agriculturchemiker in München zeigten, noch nicht irgend wesentlich vervollkommnet, so daß Fleischer in seinem Referat über die Bestimmung der citratlöslichen Phosphorsäure der Versammlung die folgenden Resolutionen vorschlug.

1. Die Verwendung der Citratmethode zur Werthschätzung der präcipitirten Phosphorsäure ist nicht statthaft.

2. a) Gegen die Verwendung der Citratmethode in ihrer jetzigen Form zur Bestimmung der zurückgegangenen Phosphorsäure in Superphosphaten erheben sich wesentliche Bedenken, welche erst durch weitere Untersuchungen zu heben sind.

b) Eine andere, die exacte Bestimmung der zurückgegangenen Phosphorsäure sichernde Methode ist zur Zeit nicht bekannt.

c) Die bislang vorliegenden Feldversuchsergebnisse lassen ein Urtheil über den landwirthschaftlichen Werth der zurückgegangenen Phosphorsäure noch nicht zu".

Die Versammlung der Versuchsstations-Vorstände und Handelschemiker zu Halle am 18. Debember dieses Jahres faßte dann den vorher citirten Beschluß.

Soviel über die geschichtliche Entwickelung und den heutigen Stand der Frage.

Die Frage über den Werth der zurückgegangenen Phosphorsäure kann erst dann voll beantwortet werden, wenn eine exacte Methode zur Bestimmung derselben vorliegt. Aber auch dann werden die Versuche im großen Maaßstabe nicht schnell eine bestimmte Antwort geben können, wie dies aus folgender Betrachtung hervorgeht. Die Felder, welche den Versuchsstationen zur Verfügung stehen, resp. die Felder, welche von Landwirthen zu derartigen Versuchen benutzt werden, sind seit Jahren mit Phosphorsäure versehen worden, so daß ein solches Feld auch ohne besondere Zufuhr von aufnehmbarer Phosphorsäure durch

die Vermittelung des Stickstoffes einige Jahre hindurch gute Ernten zu geben im Stande ist.

Es sei hierbei an einige Versuche des Verfassers erinnert, bei welchem mit Untergrundsboden, der einer Tiefe von 3 bis 4 ' entnommen war, gearbeitet wurde und bei dem die Parzelle, welche mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt wurde, in zehn Jahren, sobald als Frucht Cerealien oder Hackfrucht gewählt, normale Ernte gab. Der Boden enthielt 0,0754 % in Salzsäure lösliche Phosphorsäure.

Die sogen. citratlösliche Phosphorsäure kann für die meisten Böden der wasserlöslichen nicht gleichwerthig sein, da die Vertheilung der letzteren im Boden entschieden eine bessere und gleichmäßigere sein muß, als die der ersteren. Wenn auch die wasserlösliche Phosphorsäure im Boden in dieser Form in der gesammten zugeführten Menge nicht lange verbleibt, so muß sie doch bis zu der Zeit, wo sie schwer löslich geworden, im Boden besser und gleichmäßiger vertheilt sein, als dies bei der zum Boden bereits in schwerlöslicher Form gebrachten der Fall sein kann: bei der ersten wird die Vertheilung auf mechanischem (Bodenbearbeitung) und chemischem Wege, bei der anderen zunächst nur auf mechanischem Wege bedingt.

Die Lehre von der Absorptionsfähigkeit des Bodens zeigt uns ferner, daß nicht alle zum Boden gebrachte lösliche Phosphorsäure in kürzester Zeit im Boden gebunden wird, sondern daß ein Theil in Lösung verbleibt. Wir haben Bd. I p. 323 u. f. gesehen, daß auch die verdünnteste Lösung nicht vollständig erschöpft wird. Dieser Umstand erscheint mir als ein durchaus wichtiger, denn bei der Verwendung von in Wasser löslicher Phosphorsäure bleibt im Boden ein Theil derselben in Lösung, bei Verwendung von in Wasser nicht löslicher kann selbstverständlich auch keine Phosphorsäure in Lösung bleiben.

Für gewisse Böden, vor allem für die Humusböden und Sandböden wird die citratlösliche Phosphorsäure sicherlich ihre große Bedeutung haben.

2. Die Knochen-Fabrikate.

A. Die Knochen.

§ 261.

Die Knochen wurden zuerst in England als Dungmittel angewendet; im Jahre 1774 von Hunter empfohlen, wurde ihr Dungwerth bald be-

kannt, so daß seit Anfang dieses Jahrhunderts England selbst den Bedarf nicht zu decken vermochte und deshalb Knochen von außen, vor allem von Deutschland und Amerika, eingeführt wurden.

Jetzt werden nach einer Schätzung von Anderson in England jährlich für 5,040,000 Mark Knochen verbraucht. In Deutschland ist der Dungwerth der Knochen erst in neuester Zeit anerkannt worden, da Landwirthe und Lehrer der Landwirthschaft, ja sogar der berühmte Altvater der deutschen Landwirthschaft, Albrecht Thaer, gegen die Capitalverschwendung bei Knochendüngung schrieben.

Gühler legte im Jahre 1834, nachdem bereits in Schlesien einige kleine Knochenmühlen bestanden, in Sachsen die erste an, auf welcher 600 Centner verarbeitet werden konnten; 1836 lieferte er schon 4—5000 Ctr.

Der außerordentliche Nutzen der Knochendüngung wurde nach dem Vorgang von Gühler in Sachsen bald allgemein erkannt, so daß in den vierziger Jahren in der sächsischen Lausitz der Verbrauch auf 40 bis 50,000 Centner jährlich stieg; 1864 wurden gegen 80,000 Centner verbraucht. Leider verbreitete sich die Anwendung der Knochen in ganz Deutschland nicht in demselben Maße, wie in Sachsen, so daß noch in den fünfziger Jahren (1856) nach England Knochen ausgeführt wurden.

Die Knochen des Handels bestehen, wie wir oben gesehen haben, aus dem stickstoffhaltigen Knorpel, Fett, phosphorsauren alkalischen Erden, kohlensauren alkalischen Erden, Fluorcalcium, geringen Mengen Alkalisalzen und Verunreinigungen, wie Sand, Thon u. s. w. Von diesen Bestandtheilen ist das Fett, dem man früher ebenfalls eine Wirkung zuschrieb, durchaus wirkungslos, ja sogar schädlich, indem es mit dem kohlensauren Kalk eine unlösliche Kalkseife bildet, welche den atmosphärischen Einflüssen widersteht und so die Wirkung der Knochen ganz außerordentlich verlangsamert.

Die Knochen bedürfen ebenfalls der Zubereitung, bevor sie als Dungmittel die richtige Wirkung hervorbringen können; da Knochen ohne vorherige Zubereitung jahrelang in der Erde liegen können, ohne erhebliche Mengen von Nährstoffen an dieselbe abzugeben. Diese Zubereitung hat auch schon seit der ersten Anwendung der Knochen die Aufmerksamkeit sehr in Anspruch genommen und mit der Zeit viele Verbesserungen erfahren.

§ 262.

a) Mechanische Zerkleinerung der Knochen.

Die erste Art der Zubereitung, welche man den Knochen zu Theil werden ließ, bestand in der mechanischen Zerkleinerung derselben, welche durch Stampfwerke, resp. auf Mühlen ausgeführt wurde. Hierdurch ist jedoch sehr schwer ein feines

Pulver, welches anderseits für die schnelle Wirkung der Knochen durchaus erforderlich ist, herbeizuführen.

Den Unterschied in der Wirkung der Knochen je nach dem Grade der Zerkleinerung und zugleich die Wichtigkeit und Nothwendigkeit der Herstellung eines staubfeinen Knochenmehls für die schnelle Wirkung derselben zeigen folgende Versuche von Hannam und Krämer sehr schlagend.

Versuch von Hannam.

Art der Düngung pr. Magdeb. Morgen.	Ertrag pro Morgen.
1) 400 Pfd. feines Knochenmehl, von welchem alle gröberen Stückchen durch Sieben entfernt waren	212 Ctr. Turnips.
2) 400 Pfd. gewöhnliches Knochenmehl, in dem noch kleinere Stückchen enthalten waren . .	202 " "
3) 480 Pfd. gröblich zerkleinerte Knochen, bei welchem die Knochenstückchen 1/2" nicht überstiegen	175 " "
4) Ohne Dünger	94 " "

Versuch von Krämer.

Versuchspflanze war Sommerweizen; die Größe des Versuchsstückes betrug 20 Quadratruthen.

Art der Düngung.	Körner.	Stroh.	Kaff.
Ohne Dung	102,5 ℔	368 ℔	52 ℔
45 ℔ grobes Knochenmehl .	119,5 "	448 "	34 "
45 " feines " .	125,5 "	464 "	55 "

Wie lange ganze Knochen, mithin entsprechend auch grobe Knochenstücke im Boden liegen, bevor sie voll zersetzt sind, zeigt das folgende auf das schlagendste.

Der Verfasser stieß im Jahre 1871 bei der Herausnahme von ganzen Haferpflanzen auf einem Feldstücke an der Grenze von Hochkirch auf ein Pferdegrab, in dem die vorgefundenen 5 Pferdeköpfe darthaten, daß hier seiner Zeit 5 Pferde vergraben waren. Da sich die ältesten Leute einer Epidemie unter den Pferden nicht erinnerten, so liegt der Schluß, der noch dadurch sehr unterstützt wird, daß in dem Grabe auch Kugeln gefunden wurden, sehr nahe, daß diese Pferde beim Ueberfall von Hochkirch im Jahre 1758 gefallen und darauf hier vergraben waren — die Schlacht bei Bautzen 1813 hat sich bis Pommritz nicht ausgedehnt —.

Die Kopfknochen waren in der Backengegend etwas mürbe, ebenso die Rippenknochen, während die Schenkelknochen, wenn auch leicht, doch noch sehr wohl erhalten waren, außerdem war etwas, wie man es wohl

nennen kann, natürliches Fleischmehl vorhanden. Schenkelknochen und Rippe und Schulterblatt sind untersucht und haben die folgende Zusammensetzung ergeben:

	Hüftknochen:	Rippe u. Schulterblatt:
Wasser	9,93	9,08
Organ. Substanz	19,33	17,93
Eisenoxyd	0,10	0,12
Kalkerde	38,32	38,92
Magnesia	0,14	0,16
Phosphorsäure	30,08	31,59
Kohlensäure	2,25	1,70
Schwefelsäure	0,15	0,11
Chlor	Spur	Spur
	100,25	99,61
Stickstoff	2,67 %	2,24 %
Fett	0,13 „	?

Die Analysen zeigen, daß die organische Substanz der Knochen zum Theil zersetzt ist und daß in Folge dessen die Knochenasche sich vermehrt hat; daß anderseits aber phosphorsaurer Kalk gelöst sein sollte, geht aus der procentischen Zusammensetzung nicht hervor. Wir sehen aus derselben indeß, daß Phosphorsäure und Kalk, überhaupt die Gesammtasche, wesentlich vermehrt sind, da nach Untersuchung von L. Brunner im hiesigen Laboratorium in der Rippe von einem 13jährigen Pferde 35,85 organ. Substanz mit 4,54 Stickstoff und 55,13 Asche mit 21,88 % Phosphorsäure und 29,23 % Kalkerde gefunden wurde.

Der Oberschenkel desselben Pferdes hatte 28,55 % organ. Substanz mit 4,01 % Stickstoff und 60,69 % Asche mit 31,53 % Kalkerde und 23,12 % Phosphorsäure.

Trotzdem somit durch die Zersetzungs-Producte des Fleisches der Pferde die Zersetzung der Knochen hätte beschleunigt werden sollen, ergiebt die Thatsache, daß die Knochen 2 ' unter der Erde befindlich, sich über 100 Jahre, verhältnißmäßig nur wenig zersetzt erhalten haben. Hieraus ist weiter der Schluß, daß Knochenstücke und Knochensplitter ebenfalls mehrere Jahre im Boden verweilen können, bevor sie zu Pflanzennahrung werden, ein voll begründeter!

Um die Zerkleinerung besser zu erreichen, wurde dann vorgeschlagen, die Knochen vor dem Mahlen zu brennen; der Zweck, die Herstellung eines feinen Pulvers wird allerdings hierdurch erreicht, trotzdem ist dies Verfahren aber durchaus nicht zu empfehlen, da hierdurch der werthvolle, stickstoffhaltige Knorpel verloren geht. Deshalb wurde auch dies Verfahren bald wieder aufgegeben.

§ 263.

d) Aufschließung der Knochen. — Aufgeschlossenes Knochenmehl; Knochenmehl-Superphosphat.

Darauf machte die Zubereitungsweise der Knochen durch v. Liebig einen außerordentlichen Fortschritt, als derselbe im Jahre 1840 empfahl, die Knochen mit Schwefelsäure zu behandeln, um sie so in ein schnell wirkendes Dungmittel überzuführen. Dieser Vorschlag fand in England große Anerkennung und erfreute sich in kürzester Zeit allgemeiner Verbreitung. — Lawes soll in Englang der erste gewesen sein, der aufgeschlossenes Knochenmehl darstellte und benutzte. (F. Crusius.)

Was zunächst die Wirkung der Schwefelsäure auf die Knochen anbetrifft, so besteht dieselbe in Folgendem. Von den beiden für das Pflanzenwachsthum wichtigsten Bestandtheilen der Knochen, ist der phosphorsaure Kalk in Wasser schwer löslich, der Knorpel dagegen geht, wenn Wasser und atmosphärische Luft ungehindert auf ihn einwirken, sehr bald in Zersetzung über, wodurch der Stickstoff in für die Pflanzen assimilirbare Form (Ammoniak resp. Salpetersäure) verwandelt wird. Die erdigen Bestandtheile schließen aber den Knorpel so ein, daß dadurch die Einwirkung der Luft und des Wassers außerordentlich erschwert und verlangsamert wird.

Werden die Knochen mit Säure behandelt, so wirkt dieselbe auf die erdigen Bestandtheile derselben, den phosphorsauren und kohlensauren Kalk ein, bildet aus dem ersteren löslichen phosphorsauren Kalk und Gyps und aus dem letzteren Gyps. Hierdurch wird erstlich die Phosphorsäure löslich gemacht, dann aber auch der Knorpel blos gelegt und der Wirkung des Wassers und der Atmosphärilien mehr ausgesetzt und dadurch schneller in Pflanzennahrung verwandelt.

Was die anzuwendende Säuremenge anbetrifft, so verweise ich auf die Auseinandersetzungen auf p. 497 u. f., nach welcher ein Theil 3basisch phosphorsaurer Kalkerde bei der Umwandlung in sauren phosphorsauren Kalk 0,6323 Theile und 1 Theil kohlensaurer Kalkerde, 0,8 Theile Schwefelsäurehydrat beansprucht. Hiernach erfordern also Knochen mit 58 % phosphorsaurem Kalk und 8 % kohlensaurem Kalk 39,9 Theile Schwefelsäurehydrat.

Vor der Behandlung mit der Säure müssen die Knochen natürlich ebenfalls zerkleinert werden und zwar ist die Aufschließung eine um so vollständigere und schnellere, je feiner die Knochen gemahlen sind.

Was die Art und Weise, wie die Knochen mit Schwefelsäure im Kleinen zu behandeln sind, anbetrifft, so sind mehrere Vorschläge gemacht worden und zwar:

α) Man macht aus einem Gemenge gesiebter Asche und Erde auf einer Scheunentenne einen kreisförmigen Wall, bringt in dessen Mitte 1 Ctr. Knochenmehl, welcher mit 6 Pfd. Wasser in der Art besprengt wird, daß er gleichmäßig befeuchtet ist, und setzt dann 11 Pfd. Schwefelsäure zu, wobei mit einer Schaufel umgerührt wird; hierdurch entsteht durch die Entweichung der Kohlensäure des kohlensauren Kalkes ein lebhaftes Aufschäumen; nach 24 Stunden werden wieder 6 Pfd. Wasser und 11 Pfd. Schwefelsäure zugesetzt und das Ganze dann wieder 24 Stunden sich selbst überlassen. Nach Verlauf dieser Zeit wird die Masse umgeschaufelt, mit der Asche und der Erde gut gemischt, bis alles gleichmäßig gemengt ist und so ein bräunliches Pulver erhalten, welches sich leicht gleichförmig ausstreuen läßt. Es ist dies die von Stöckhardt vorgeschlagene, modificirte Methode von Pusey und Hannalm. Gegen dieselbe läßt sich jedoch mit Grund mehreres einwenden; erstlich ist die anzuwendende Säuremenge eine viel zu geringe; ferner ist die Anwendung der Asche durchaus zu verwerfen, denn die Asche — sei es nun Holz- oder Torfasche — enthält stets kohlensaure Salze, durch welche immer ein Theil der Säure in Anspruch genommen wird, so daß die auf die Knochen kommende Säuremenge verringert und so ein vollständiges Aufschließen derselben nicht erfolgen kann. Bei diesem Verfahren ist humose Erde oder kalkfreier Sand anzuwenden.

Besser als diese Methode empfiehlt sich aber jedenfalls folgende:

β) Die Aufschließung in Fässern. Man verwendet hierzu Fässer, welche 250—300 Quart fassen, in diese bringt man circa 160 Pfd. Knochenmehl, dann so viel Wasser, daß das Ganze gleichmäßig befeuchtet ist und die erforderliche Menge von Schwefelsäure portionsweise. Die Masse bleibt mehrere Tage in den Fässern, wird mehrfach gut durchgearbeitet und ist nach einigen Tagen zum Ausstreuen fertig. —

In Betreff des Aufschließens der Knochen von Seiten des Landwirthes muß ich jedoch dasselbe wiederholen, was ich schon früher bei den phosphatischen Guano rc. gesagt habe, daß es nämlich im Allgemeinen besser ist, der Landwirth überläßt diese Operation dem Industriellen und kauft sich gleich aufgeschlossenes Knochenmehl, wenn er solches anwenden will.

Die Aufschließung der Knochen im Großen erfolgt in derselben Art, wie die der Phosphorite und der Coprolithen, so daß hier nur auf das dort Angeführte zu verweisen ist.

So wichtig das Aufschließen des Knochenmehles zu der Zeit war, wo nur grobes Mehl sich auf dem Markte befand, so wenig hat dasselbe jetzt Bedeutung, wo das gedämpfte Knochenmehl allgemein Eingang gefunden und auch thatsächlich das aufgeschlossene Knochenmehl verdrängt hat, so daß dasselbe in neuerer Zeit verhältnißmäßig nur wenig im Handel vorkommt.

Das feingemahlene, gedämpfte Mehl zersetzt sich im Boden, richtig angewendet, in nicht allzu langer Zeit und liefert so den Pflanzen, die mit demselben gedüngt sind, rechtzeitig die in ihm enthaltenen Pflanzennährstoffe. Ein Theil der hier und da zeitweise im Handel vorkommenden aufgeschlossenen Knochenmehle ist nicht durch Aufschließen von reinen Knochen entstanden, sondern aus Rückständen der Knochenleim-Fabrikation u. s. w. dargestellt.

§ 264.

c) Fermentirung der Knochen.

Diese Art der Zubereitung ist zuerst von Pusey in Vorschlag gebracht und angewendet worden. Zu diesem Zwecke werden die zerkleinerten Knochen mit Asche, humoser Erde u. s. w. gemischt, aus dem Ganzen ein Haufe gebildet, welcher gut mit Jauche übergossen und dann mit einer ungefähr 4 Zoll starken Schicht von Asche, humoser Erde u. s. w. bedeckt und sich selbst überlassen wird. Die Zeit, innerhalb welcher die Umsetzung erfolgt, ist natürlich je nach den climatischen Verhältnissen eine verschiedene. Soll das so erhaltene Knochen-Präparat im Frühjahr benutzt werden, so ist dieser Proceß im Anfang Winter einzuleiten; im Sommer ist die Umsetzung selbstverständlich in kürzerer Zeit vollendet.

In Betreff der Vorbereitung der Knochen, bevor sie zur Bildung des Haufens benutzt werden können, verweise ich auf das p. 334 u. f. Angeführte.

Die außerordentlich günstige Wirkung der fermentirten Knochen zeigen folgende Versuche von Pusey und Krämer.

a) Versuch von Pusey.

Dungmenge p. Acre.	Kosten der Düngung.	Ernte p. Acre.
$25^1/_2$ Bushels	8 Pfd. Sterl. 10 Sh.	14 Tons 5 Cwts.
$7^1/_2$ Bushels mit Schwefelsäure aufgeschlossener Knochen.	2 „ „ 8 „	14 „ 5 „
$12^3/_4$ Bushels fermentirter Knochen und Sand. .	1 „ „ 11 „	17 „ 1 „

b) Versuch von Krämer.

Versuchspflanze war Sommerweizen; die Größe der Versuchsstücke 20 Quadratruthen.

Art der Düngung.	Körner.	Stroh.	Kaff.
Ohne Dung	102,5 ℔	368 ℔	52 ℔
45 ℔ aufgeschlossenes Knochenmehl	126,5 „	496 „	60 „
45 ℔ gefaultes	144,0 „	528 „	46 „

Diese Versuche illustriren die durch die Zersetzung der Knochen hervorgerufene günstige Wirkung sehr schön. Daß aber die Knochen, welche auf die vorher von mir beschriebene Weise vorbereitet sind, eine noch viel bessere Wirkung ausüben müssen, bedarf kaum noch hervorgehoben zu werden, denn hierdurch werden ja nicht allein die Bestandtheile der Knochen in directe Pflanzennahrung umgewandelt, sondern noch außerdem wichtige Pflanzennährstoffe, wie der Stickstoff und das Kali der Jauche hinzugebracht.

Bei der Bereitung der Knochen auf die eben angegebene Weise mache ich nochmals darauf aufmerksam, daß die bedeckende Erdschicht so stark sein muß, daß sie alles bei der Gährung entweichende Ammoniak zu absorbiren im Stande ist.

§ 265.

d) Das Dämpfen der Knochen; gedämpftes Knochenmehl.

Die Vorbereitung der Knochen durch Dampfdruck ist zuerst im größeren Maßstabe von James Blackhall in Anwendung gebracht worden. Das Verfahren beruht darauf, daß die Knochen in dicht verschlossenen Behältern (Digestoren) einem bestimmten Dampfdrucke eine gewisse Zeit lang unterworfen werden.

Nach Rümpler sind die Digestoren dampfdicht geniethete liegende oder aufrecht stehende Kessel, die mit einem gewöhnlichen Dampfkessel in Verbindung stehen. Auf dem Digestor befindet sich ein Hahn zum Ablassen des Dampfes und ein Sicherheitsventil, dann ist an einer Seite ein Stutzen zum Ansetzen eines Manometers befindlich; an der tiefsten Stelle des Kessels ist ein Ablaßhahn und in der Nähe des Bodens ein eiserner Siebboden, unter dem das durch einen Hahn absperrbare Dampfzuleitungsrohr.

Die Wirkung dieses Dampfdruckes auf die Knochen besteht darin, daß dieselben einerseits ihre feste Structur verlieren und sich so leicht in ein feines Pulver verwandeln lassen und an-

derseits das Fett und der Leim mehr oder weniger vollständig extrahirt werden.

Man läßt je nach dem Zwecke, welcher durch das Dämpfen erreicht werden soll, 1/2 bis 2 1/2 Atmosphären-Druck 1/2 bis über 2 Stunden einwirken. Je höher der Atmosphären-Druck innerhalb der soeben angeführten Grenzen, um so mürber sind die Knochen geworden und um so vollständiger ist die Knorpelsubstanz umgewandelt, wobei sich ein großer Theil des gebildeten Leims im Dampfwasser zu einer starken Brühe auflöst, die dann verarbeitungswürdig ist. Die Fettausbeute steigert sich aber nicht mit der Stärke des Druckes, sondern wird um so geringer, weil sich einerseits eine Verbindung von Fett und Leim bildet und anderseits auch eine Kalkseife aus dem kohlensauren Kalke und dem Fette entstehen kann.

Das Dämpfen gewährt somit sehr wichtige Vortheile: leichte und vollständige Zerkleinerung der Knochen, Entfettung derselben und Verwerthung des Fettes, sowie mehr oder weniger Entleimung mit Verwerthung des Leimes. Durch die Extraktion des Fettes und des — mehr oder weniger — Leimes wird die zurückbleibende Knochenmasse, da beide Producte ja Marktwaare sind, billiger und somit ist auch das aus derselben darzustellende Knochenmehl zu niedrigerem Preise zu liefern.

Wenn daher Blackhall, als er im Jahre 1850 sein Verfahren bekannt machte, von demselben sagte, daß es alle bis jetzt bekannten Zubereitungs-Methoden in jeder Hinsicht überträfe, so ist dieser Ausspruch ein durchaus berechtigter, wie dies die Praxis bewiesen hat.

§ 266.

e) Entfettung der Knochen auf chemischem Wege.

Außer durch Auskochen und Dämpfen werden die Knochen in neuester Zeit durch Extraction mit Benzin, Schwefelkohlenstoff 2c. entfettet. Dies Verfahren ist zunächst von R. Wagner empfohlen und sehr bald sind Apparate construirt, um die Entfettung auf chemischem Wege auszuführen.

So von F. Settsam in Forchheim, welcher zu dem Zwecke, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Canadol oder Aether unter Druck als erforderlich hinstellte und einen Apparat für 10 Atmosphären Spannung construirte.

Dieses Verfahren hat Settsam in seiner Fabrik seit zwei Jahren eingeführt und erhält er dadurch nach seiner Angabe 5 % mehr Fett als

beim Auskochen. Die Knochen verlieren bei der Behandlung mit Benzin keine Leimsubstanz, welcher Verlust beim üblichen Koch- und Dampfbetrieb etwa 8 % beträgt. Die Knochen werden ferner nicht mürbe, so daß die Mehrausbeute an Schrot durchschnittlich 12 % beträgt. Der Leim soll ferner in Folge der vollständigen Entfettung von besserer Beschaffenheit sein, so daß Settsam die Vortheile des Verfahrens pro 100 Kilo auf 3,40 Mark berechnet, während die Gesammtkosten sich auf 20 Pfennig stellen.

Die Angabe Settsam's, daß 5 % Fett nach seinem Verfahren mehr gewonnen werden, bestreitet Davidsohn, der bei seinen Versuchen bei einer Knochensorte durch Auskochen 2,8—4,1 % und durch Benzin 4,9 bis 6 % und bei einer anderen Knochensorte durch Auskochen 2,3—3,8 %, durch Benzin 3,43—4,67 % erhalten hat.

Junker dagegen hat 4 % mehr erhalten, giebt aber an, daß der aus den so behandelten Knochen gewonnene Leim dunkel und brüchig sei und eine geringe Bindekraft besitze. Zu berücksichtigen sei ferner der Benzinverlust von 0,5 %, so daß der finanzielle Vortheil des Settsam'schen Verfahrens nicht bedeutend sei.

Bei Entfettung der Knochen mit Schwefelkohlenstoff fand Deiß, daß das Fett einen sehr üblen Geruch behielt und der Leim und die Knochenkohle von minder guter Beschaffenheit waren als bei der Behandlung mit Wasser, weshalb dies Verfahren wieder aufgegeben wurde.

Von E. van Haecht wird ferner behauptet, daß Schwefelkohlenstoff einen Druck von 10 Atm. nicht ertrüge, das er sich dann durch die Reibung entzünden würde.

Th. Richter hat sich einen Apparat zur Entfettung der Knochen mittelst Benzin u. s. m. patentiren lassen, der einen ununterbrochenen Betrieb gestattet und einen Verlust an Benzin 2c. ausschließen soll.

Weitere Apparate sind von W. Suhr, E. v. Pöppinghausen, H. Hirzel, J. Weltheim und B. Birkenheuer, Werner und Schneider construirt worden. Auf eine nähere Beschreibung dieser Apparate kann hier nicht eingegangen werden.

Die neue Entfettungsart der Knochen bietet für die Knochenmehlfabrikation entschieden nicht unbedeutende Vortheile. Die Knochen werden von dem für die Düngung werthlosen, ja nachtheiligem Fett voll befreit und dieses für andere Zwecke werthvolle Fett in größeren Mengen gewonnen, wodurch die zurückbleibende Knochenmasse billiger wird, dann verbleibt den Knochen die gesammte Leimsubstanz; ferner eignen sich die so behandelten Knochen besser für die Schrotfabrikation, was wiederum dem für die Knochenmehlfabrikation verbleibenden Theile in pecuniärer Beziehung Vortheile schafft. Die niedrigen Knochenpreise des Frühjahres 1884 erklären sich sicherlich zum Theil hierdurch, da die Zahl der Fabriken, welche dieses Verfahren eingeführt haben, bereits im Jahre 1882 32 war, von denen nur eine dasselbe wieder aufgegeben hat.

§ 267.

f) Aufschließen der Knochen durch Aetzkalilauge.

Auf die Entdeckung Ilienkoff's, daß Knochen in einer 10 % Aetzkalilösung innerhalb einer Woche in eine schmierige Masse umgewandelt werden, in welcher der phosphorsaure Kalk fein vertheilt ist, hat A. Engelhardt folgendes Verfahren im Großen basirt.

In einer 2' tiefen, mit Brettern ausgelegten Grube werden 2000 ℔ Knochen mit einem Gemische von 600 ℔ Aetzkalk und 4000 ℔ Holzasche geschichtet, mit 3600 ℔ Wasser befeuchtet und alsdann sich selbst überlassen. Sobald die Knochen sich zwischen den Fingern zerreiben lassen setzt man weitere 2000 ℔ Knochen zu und arbeitet das Ganze jetzt durch. Ist auch dies zersetzt, so wird die ganze Masse aus der Grube herausgenommen, an der Luft getrocknet und mit 4000 ℔ trockener Erde oder Torfpulver vermischt. Die so erhaltene Masse stellt ein trocknes Pulver dar und ist als Streudünger anzuwenden; dieselbe soll 12 % phosphorsauren Kalk, 2 % Alkalisalze und 6 % stickstoffhaltige Substanz enthalten.

Diese Methode der Aufschließung ergiebt eine ganz vorzügliche Dungmasse, indem zu dem Stickstoff und der Phosphorsäure der Knochen noch das Kali und die Phosphorsäure der Holzasche kommen; es ist daher für alle die Gegenden, wo Holzasche in der für die Aufschließung erforderlichen Menge rein und preiswürdig zu haben ist, sehr zu empfehlen. Da aber leider diese Bedingung in Deutschland nur wenig mehr erfüllt werden wird, so kann dieses Verfahren auch hier auf keine irgendwie große Verwendung rechnen.

§ 268.

g) Verdienen die aufgeschlossenen oder die gedämpften Knochen den Vorzug?

Nachdem die einzelnen Methoden der Zubereitung der Knochen besprochen worden sind, ist zu untersuchen, welche von diesen den Vorzug verdient. Abgesehen kann hierbei von der einfachen, mechanischen Zerkleinerung werden, da diese jetzt wohl nicht mehr viel im Gebrauch sein wird. Ebenfalls schließe ich die Methode der Fermentirung aus, da es sich ja vornehmlich hier um die Frage handelt, welchem Producte des Handels beim Kauf der Vorzug zu geben ist.

Im Handel erscheinen jetzt die mit Schwefelsäure aufgeschlossenen und die gedämpften Knochen; die ersteren führen den Namen „aufgeschlossenes Knochenmehl“ und die anderen „gedämpftes Knochenmehl“. Beide Präparate unterscheiden sich vor allem dadurch von einander, daß das aufgeschlossene Knochenmehl die Phosphorsäure zum größten Theil in löslicher Form enthält, während dieselbe dagegen in dem gedämpften Knochenmehl als dreibasisch phosphorsaures Salz enthalten ist. Aus der Absorptions-Fähigkeit des Bodens wissen wir aber, daß zu demselben in löslicher Form gebrachte Phosphorsäure sogleich zum größten Theile in schwer lösliche Verbindungen übergeführt, indem sie an Eisenoxyd, Thonerde u. s. w. gebunden wird. Es wird somit die lösliche Phosphorsäure des aufgeschlossenen Knochenmehls im Boden ebenfalls bald von diesen Basen gebunden und wir haben daher im Boden nach der Düngung mit löslicher Phosphorsäure dieselbe ebenfalls meist in schwerlöslicher Form. Der Vortheil der Düngung mit aufgeschlossenem Knochenmehl beruht also vor allem darauf, daß dadurch die Phosphorsäure im Boden gleichmäßig vertheilt wird. Der Uebergang derselben in die Pflanze muß auch hier durch die chemischen Processe des Bodens ermöglicht werden. Das gedämpfte Knochenmehl stellt nun ein feines Pulver dar, ist von dem die Zersetzung verlangsamendem Fett befreit, kann aus ersterem Grunde ebenfalls gleichmäßig im Boden vertheilt und wird aus dem zweiten Grunde auch bald im Boden zersetzt werden. Es wird somit im Allgemeinen, wie diese theoretische Betrachtung lehrt, kein wesentlicher Unterschied in der Wirkung beider bestehen.

Bei der Frage, welches von beiden Präparaten vorzuziehen ist, wird somit vor allem der Preis beider den Ausschlag zu geben haben; dieser entscheidet aber wesentlich zu Gunsten des gedämpften Knochenmehls, denn normale Waare von letzterem ist billiger als normale Waare von aufgeschlossenem Mehle. Hierzu kommt noch, daß das gedämpfte Knochenmehl eine größere Menge Phosphorsäure enthält, als das aufgeschlossene; wenden wir z. B. zum Aufschließen 40 Pfd. Schwefelsäure auf 100 Pfd. Knochen an, so ist die vorher in 100 Pfd. enthaltene Phosphorsäure jetzt in 140 Pfd. vertheilt, 100 Pfd. enthalten also nur $^5/_7$ von der in den angewandten Knochen befindlichen.

Die endgültige Entscheidung in all den Fragen, welche die Praxis der Landwirthschaft betreffen, darf aber nie allein aus theoretischen Deductionen hergeleitet werden, sondern bei ihrer

Beantwortung muß die Praxis selbst mit befragt werden, und ihre Antwort muß stets von größter Bedeutung sein.

Sehen wir uns daher unter den in dieser Richtung angestellten und bekannt gewordenen Düngungsversuchen um, um so die Beantwortung durch die Thatsachen selbst zu erhalten.

1. In Proskau erhielt man bei Roggen folgende Resultate:

	Körner. Schffl.	Körner. Mtz.	Stroh. ℔
180 Pfd. feinstes Knochenmehl gaben .	18	11	2498
180 aufgeschlossenes	10	9	1985
Ungedüngt	10	8	1698

2. Bei einem Versuche von Karmrodt, wo das Knochenmehl zu Kartoffel angewandt und pro Morgen 333 Pfd. gegeben worden waren, wurden folgende Resultate erhalten:

Art der Düngung	Gelbe, röthliche Frühkartoffel, abgewelkt	Gelbe, röthliche Frühkartoffel, nicht abgewelkt.	Rothe Frühkartoffel, abgewelkt	Gelbe Spätkartoffel, nicht abgewelkt
	℔	℔	℔	℔
Gedämpftes Knochenmehl .	2610	2119	7380	4920
Gelöstes Knochenmehl . .	2610	2040	6480	4800
Ungedüngt	1980	1560	4500	4458

3. Ein Versuch von Brettschneider zu Zückerrüben.

Art der Düngung pro Morgen	Ertrag an Wurzeln	Ertrag an Blättern.	Zusammen
	℔	℔	℔
Ungedüngt	13981	5246	19227
205,8 ℔ Knochenmehl . .	18092	5952	24044
267 ℔ Superphosphat von Knochenmehl	17378	4932	22310
411,6 ℔ Knochenmehl . .	17230	5700	22130
534 ℔ Superphosphat von Knochenmehl	17510	4330	21840

4. Versuch von Karmrodt.

Die Hauptaufgabe der Versuche war die Nachwirkung einiger Dungstoffe darzuthun; wir entnehmen hier, wie früher, denselben nur das für unsere Betrachtung maßgebende. Der Versuch begann im Jahre 1859, wo die Versuchsstücke von dem betreffenden Dungmittel so viel erhielten, daß deren Menge pro Morgen den Werth von 30 Mark hatte. 1860 wurde das Feld mit Sommerweizen bestellt. Nach der Ernte desselben wurde die Stoppel alsbald gestürzt und das Feld weiter zur Aufnahme des Versuchs vorbereitet; die folgende Tabelle giebt die Ernte-Resultate von Rüben und Blättern.

Art der Düngung	Rüben			Blätter		
	1859 Ctr.	1861 Ctr.	1861 weniger	1859 Ctr.	1861 Ctr.	1861 weniger
Gedämpfte Knochen . . .	165,5	141,0	24,5	52,4	36,6	15,8
Gelöstes Knochenmehl . .	165,6	117,8	47,8	52,8	40,0	12,8
Ungedüngt	162,0	106,0	56,0	48,0	28,6	19,4

Die Rüben der Ernte von 1861 wurden dann noch auf das spec. Gewicht der Rüben, des Saftes, die Menge der Trockensubstanz und die Zuckermenge des Saftes untersucht. Hierbei ergab sich nach dem Durchschnitt von fünf Bestimmungen folgendes:

Art der Düngung	Spec. Gewicht der Rüben	Spec. Gewicht der Saftes	Trockensubstanz	Zucker, polarisirt
Gedämpftes Knochenmehl	1,0445	1,0682	18,75 %	13,65 %
Gelöstes Knochenmehl	1,0429	1,0658	17,17 „	12,88 „
Ungedüngt	1,0408	1,0614	16,75 „	11,79 „

Benutzen wir diese analytischen Belege zur Berechnung der wirklichen Ernteergebnisse, so stellt sich das Resultat für die größere Wirkung des gedämpften Knochenmehls noch viel günstiger. Hiernach wurden nämlich pro Morgen erzeugt:

	Erntegewicht. Ctr.	Trockensubstanz. Pfd.	Zucker. Pfd.
Gedämpftes Knochenmehl	141,0	2641	1819
Gelöstes Knochenmehl	117,0	2022	1449
Ohne Düngung	106,0	1775	1187

5. Versuch von Herth.

Versuchspflanze: Zuckerrübe.

Art der Düngung.	Ertrag pro preuß. Morgen. preuß. Ctr.	Trockengewicht %	Zuckergehalt %
Ohne Düngung	62,1	16,5	10,0
Gedämpftes Knochenmehl (200 ℔)	122,7	17,5	10,5
Superphosphat (200 ℔)	121,2	16,3	11,0

6. Versuch von Grouven.

Versuchspflanze ebenfalls Zuckerrübe.

Art der Düngung	Stärke derselben Ctr.	Kosten derselben Mark	Ertrag p. M. Ctr.	Zuckergehalt nach Soleil.
Superphosphat . . .	6,48	54	119,2	10,65 %
Gedämpftes Knochenmehl	6,48	48	151,0	10,57 „
Knochenerde.	6,48	39	132,1	11,00 „
Ungedüngt	—	—	121,5	10,23 „

Diese Versuche bestätigen die früher erhaltenen Resultate, so daß wir im Hinblick auf den Preis und die düngende Wirkung dem gedämpften Knochenmehl den Vorzug vor dem aufgeschlossenen zu geben haben.

§ 269.

h) Zeit der Anwendung und Dauer der Wirkung des Knochenmehls. — Wirkung der Kohlensäure des Bodens.

Ueber die beste Art der Anwendung des Knochenmehls, sowie über die Dauer der Wirkung desselben, liegt eine hübsche Versuchsreihe von Lehmann (Weidlitz) vor, welche sich auf 4 Jahre erstreckt.

Das zum Versuch dienende Feld wurde nach folgender Fruchtfolge bewirthschaftet: Roggen (1850), Roggen, Hafer, Kartoffeln, Gerste, Hafer. Klee mit Gras (1856 und 1857). Der Versuch dauerte von 1851—1861; die Versuchsstücke trugen 1858 und 1859 Winterroggen, 1860 Hafer und 1861 Gerste; ihre Größe betrug bei vier Parcellen 15 und bei zwei 7,5 Quadrat-Ruthen.

Jede Parzelle erhielt mit Ausnahme der ungedüngten eine 4,6 Ctr. pro Morgen entsprechende Menge ungedämpftes Knochenmehl. Das Knochenmehl enthielt 22,03 % Phosphorsäure und 4,94 % Stickstoff; der Peruguano 12,80 % Phosphorsäure, 12,11 % Stickstoff und 7,38 % Alkalisalze und der Chilisalpeter 16,03 % Stickstoff.

Mit Ausnahme des mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Knochenmehls wurde das für jede andere Parzelle bestimmte Mehl, nachdem es mit den anderen Substanzen gut vermischt worden war, mit soviel concentr. Jauche [?] durchfeuchtet, daß es sich in der Hand zusammenballte. Die Mischung wurde einige Tage der sog. Gährung überlassen und dann mit Erde vermengt, gleichförmig über die Parzellen ausgestreut und einige Tage vor der Saat gut untergeeggt. Die Ernte wurde ohne Beschädigung eingebracht.

Ernte-Ergebnisse pr. preuß. Morgen.

Jahrgang.	Getreideart.	I. Ungedüngt.	II. Knochenmehl 4,6 Ctr. p. M.	III. Knochenmehl 4,6 Ctr. Schwefelsäur. 0,92 Ct. p. M.	IV. Knochenmehl 4,6 Ctr. Chilisalpeter 1,84 Ctr. p. M.	V. Knochenmehl 4,6 Ctr. Sägespäne 2,3 Ctr. p. M.	VI. Knochenmehl 4,6 Ctr. Peruguano 2,48 Ctr. p. M.
	Körner:	℔	℔	℔	℔	℔	℔
1858	Roggen	406,0	572,0	1098,1	1336,5	1384,2	1421,1
1859	Roggen	913,6	1116,6	1208,8	1125,8	1218,1	1402,7
1860	Hafer	876,6	1135,4	1476,5	1642,5	1605,6	1753,3
1861	Gerste	849,0	1088,9	1088,9	996,6	1004,0	1052,0
	Summa:	3045,2	3912,9	4872,3	5001,4	5211,9	5629,1
	Stroh und Spreu:						
1858	Roggen	2530,0	3128,2	3589,7	3082,2	3414,4	3340,5
1859	Roggen	2500,8	2943,7	3423,6	3469,7	3432,8	3691,2
1860	Hafer	1375,0	1578,0	1891,7	2011,7	1937,9	2104,0
1861	Gerste	1338,0	1540,3	1402,7	1476,5	1494,9	1494,9
	Summa:	7743,8	9190,2	10307,7	10040,1	10280,0	10630,6

Das Jahr 1858 war bis zum August auffallend trocken; 1859 hatte der Boden dagegen durch häufige Regenfälle den für die Vegetation günstigen Feuchtigkeitsgrad.

Diese Versuche zeigen den wesentlichen Einfluß des Knochenmehls auf die Steigerung der Erträge an Stroh und insbesondere aber an Körnern; am meisten findet dies auf den Parzellen statt, wo das Knochenmehl mit solchen Substanzen gemischt zur Anwendung kam, welche eine schnellere Aufnahmefähigkeit des im Knochenmehl befindlichen phosphorsauren Kalkes herbeiführten.

Außerordentlich günstig war vor allem die Wirkung der Sägespäne, indem die durch deren Verwesung gebildete Kohlensäure im Verein mit Wasser den im Knochenmehl enthaltenen phosphorsauren Kalk löste und denselben so für die Pflanzen aufnehmbar machte. Dieser Einfluß der Kohlensäure auf das Knochenmehl giebt uns den Rath an die Hand, diesen Dungstoff dann auf die Felder zu bringen, wenn diese die meisten Ernterückstände enthalten, also auf die Kleebrachen oder auch gleichzeitig mit dem Stalldünger; ferner können wir daraus entnehmen, daß es am gerathensten ist, das Knochenmehl in beiden Fällen gleich mit unter zu ackern und es nicht kurz vor der Saat einzueggen. (Lehmann.)

Was die Dauer der Wirkung des Knochenmehls anbetrifft, so können wir dieselbe bei allen Versuchen die 4 Jahre durch verfolgen; wir sehen aber, daß, je günstiger die Vorbereitung des Knochenmehls war, der Einfluß desselben sich um so mehr in den ersten Jahren zeigte.

§ 270.

B. Die Knochenkohle.

Die erste Anwendung der Knochenkohle stammt aus Frankreich, wo Chambardel die ersten Versuche mit derselben anstellte, welcher durch ihre Anwendung auf Neuland sehr gute Resultate erhielt. Was die Form anbetrifft, in welcher die Knochenkohle sich zur Düngung am besten eignet, d. h. also ob sie als solche oder nach vorhergegangenem Aufschließen (Superphosphat) anzuwenden ist, so wird man sich hier für das letztere entscheiden müssen. Wir haben oben bei der Beschreibung der Knochenkohle die Beschaffenheit derselben kennen gelernt, wir haben

gesehen, daß sie, bevor sie von der Fabrik abgegeben wird, mehrfach wieder belebt worden ist, von dem ein Act in Glühen besteht. Erwägen wir das Verhalten des phosphorsauren Kalkes in verschiedenen Zuständen gegen Wasser p. 493, so wissen wir, daß der frisch gefällte zwar in Wasser nicht allzu schwer löslich ist, daß derselbe aber durch Glühen sehr an Löslichkeit verliert. Die Knochenkohle ist ja aber mehrfach geglüht worden, woraus wir allein schon schließen müssen, daß der phosphorsaure Kalk derselben sich im schwer löslichen Zustande befinden muß. Hierzu kommt noch, daß die Kohle mit dem phosphorsauren Kalk innig vereinigt ist, was den Einfluß der lösenden Kräfte des Bodens auf den phosphorsauren Kalk beschränkt. Diese beiden Gründe weisen schon darauf hin, daß die Knochenkohle vor ihrer Anwendung als Dünger aufgeschlossen werden muß. In Betreff der Menge der anzuwendenden Säure und die Art des Aufschließens verweise ich auf das früher hierüber Angegebene. Wir haben in der Knochenkohle ein an Phosphorsäure reichhaltiges und zugleich billiges Material, das sich somit zur Darstellung von Superphosphaten sehr gut eignet.

§ 271.

C. Knochenasche.

Von der Knochenasche gilt dasselbe, was so eben von der Knochenkohle gesagt worden ist; auch sie wird im aufgeschlossenen Zustande die größte Wirkung zeigen. Wegen ihres hohen Gehaltes an Phosphorsäure ist auch sie ein ausgezeichnetes Material zur Darstellung von Superphosphaten.

§ 272.

D. Die Knochenmehle des Handels und die Knochenmehl-Verfälschungen.

Im Handel kommen heute noch Knochenmehle verschiedener Beschaffenheit und Zusammensetzung vor. Wir finden auf dem Markte: rohe, aufgeschlossene und gedämpfte Knochenmehle. Betrachten wir zunächst kurz die gedämpften Mehle, so sehen wir, daß hier Waare sehr verschiedener Zusammensetzung angeboten wird. Wir haben Mehle mit $3^1/_2$% Stickstoff und 21% Phosphorsäure, solche mit $3^1/_2$ und 22%, solche mit 3 und 24,

solche mit $2^1/_2$ und 26, solche mit 2 und 28 und solche mit $1^1/_2$ und 30. Alle diese Knochenmehle können durch Mahlen von Knochen dargestellt sein. Wir müssen leider sagen „können", da die Mehle obiger Beschaffenheit nicht immer nur durch Mahlen von Knochen entstanden, sondern dieselben vielfach „gemacht" sind. Muß dies bereits von den Mehlen der obigen Zusammensetzung gesagt werden, so ist dieser Ausspruch voll gerechtfertigt bei den Mehlen, welche die Garantie 3—4% Stickstoff und 18—20% Phosphorsäure haben. Wir sagten eben „Garantie", Dank den über ganz Deutschland verbreiteten Versuchs- und Control-Stationen muß seit Jahren Garantie über den Gehalt geleistet werden. Mit der Garantie über die Reinheit, welche beim Knochenmehle ebenso nothwendig ist, als die über die Zusammensetzung, wird es vielfach nicht so streng genommen. Wenn uns ein Mehl mit der Garantie 18—20% Phosphorsäure und 3—4% Stickstoff angeboten wird — solche Waare ist leider sehr viel verbreitet — so würden wir es, wenn die Waare in der Zusammensetzung 4 und 20 hätte, mit einem sehr normalen Mehle zu thun haben können. Dem Fabrikanten fällt es aber bei dieser Art der Garantie durchaus nicht ein, die Maximalgrenzen der Garantie inne zu halten, sondern nur die Minimalgrenzen. Ein Mehl aber, das 3% Stickstoff und 18% Phosphorsäure enthält, kann nicht mehr durch Mahlen gedämpfter Knochen entstanden sein, sondern ein solches ist ein gemachtes.*)

Haben denn die Fabrikanten die alleinige Schuld, daß solche Waare auf den Markt kommt, oder ist dem Landwirth auch ein Theil der Schuld zuzuschreiben? Zunächst trägt die Schuld selbstverständlich der Fabrikant, welcher solche Waare liefert. Es giebt, was ausgesprochen werden kann, leider eine Anzahl unreeller Fabrikanten, welche schlechte Waare liefern, ja die die

*) Die Garantie von . . . bis . . . ist keine Garantie, ist geradezu ein Unsinn, trotzdem finden wir dieselbe nicht nur beim Knochenmehl, sondern auch vielfach noch bei anderen Düngemitteln. Bleiben wir bei unserem obigen Beispiele, bei welchem Knochenmehl mit 3—4% Stickstoff und 18—20% Phosphorsäure angeboten wird und berechnen wir den Geldwerth des Minimal- und Maximalgehaltes, wobei für das ℔ Stickstoff 65 Pfg. und das ℔ Phosphorsäure 28 Pfg. zu Grunde gelegt werden mag, so heißt dies in Geld ausgedrückt, der Fabrikant bietet dem Landwirth eine Waare für 750 Pfg. an, welche 699 bis 820 Pfg. Werth haben kann, somit bei einer Werthdifferenz von 121 Pfg. derselbe Preis! Gegen diese Unsitte kann nicht genug aufgetreten und nicht genug vor der Annahme solcher Garantien gewarnt werden.

Waare so liefern, wie sie verlangt wird. Es ist dies ja eine Thatsache, die nicht nur vom Düngermarkte, sondern leider ganz allgemein gilt. Ebenso giebt es auf allen Gebieten Händler, welche schlechte Waare vertreiben. Solche Waare ist natürlich billiger, als gute Waare und dies ist die Verlockung für den Consumenten, daß sie gekauft wird. Würde geringgrädige Waare keine Käufer finden, so müßte sie sehr bald vom Markte verschwinden. Sie findet aber Käufer und zwar viele. Hier liegt nun die Schuld des Landwirthes, daß schlechte Waare sich auf dem Markte halten kann. Es giebt leider sehr viele Landwirthe, welche nur billig kaufen wollen und dabei zu ihrem Schaden sich um die Garantie wenig, oft garnicht kümmern. Sie fragen nur, was kostet der Centner und kaufen dort, wo derselbe am billigsten zu haben ist. Dies ist eine bedauernswerthe Thatsache, welche aber ausgesprochen werden mußte. Würde jeder Landwirth beim Kaufe der Düngemittel, hier speciell des Knochenmehles, nach dem Preise und der Garantie fragen und sich dann überzeugen, ob die Garantie auch vorhanden und sich jedes mal klar machen, welchen factischen Werth die einen und die anderen der ihm angebotenen Knochenmehle haben, dann müßten schlechte Waaren sehr bald vom Markte verschwinden. Thatsache ist, daß die scheinbar theuerste, d. h. die dem Preise nach theuerste Waare vom reellen Fabrikanten oder Händler gekauft, in Wirklichkeit die billigste ist. Dieses Factum ist schon oft genug, schriftlich und mündlich, dem Landwirthe zugerufen worden und kann ihm nicht oft genug vorgeführt werden. Daß aber trotzdem immer noch schlechte Waaren in Masse fabricirt werden und Abnehmer finden, beweist, daß diese Thatsache vom Landwirthe immer noch nicht genug erkannt ist. Man kann behaupten, daß höchstens die Hälfte der im Handel vorkommenden Knochenmehle allein durch Mahlen gedämpfter Knochen entstanden, und daß die andere Hälfte „gemacht" ist. Abnehmer solcher Waaren sind in erster Reihe die Besitzer kleiner Güter; es muß indeß auch mancher größerer Besitzer zu denen gezählt werden, welche mit Vorliebe die oben bezeichneten billigen Waaren kaufen.

Die Thatsache, daß unter dem Namen „gedämpftes Knochenmehl" vielfach schlechte, gemachte Waare erkauft wird, hat so manchen Landwirth mißtrauisch gegen dasselbe gemacht, weshalb er wieder rohes Knochenmehl zu kaufen wünscht; die Folge hiervon ist, daß in neuester Zeit wieder vielmehr rohes Mehl auf dem Markte vorhanden ist, als die Jahre vorher. Es ist dies gewiß ein sehr bemerkenswerthes Factum, da feststeht, daß gutes

gedämpftes Knochenmehl wegen seiner feinen Beschaffenheit und des Fehlens des Fettes besser und schneller wirksam ist, als rohes und ferner billiger geliefert werden kann, als jenes, da Fett und meistens auch Schrot weggenommen ist, welche beide ja sehr preiswürdige Producte sind. Wirklich aus rohen, resp. gekochten Knochen durch Stampfen dargestelltes Mehl ist auch nicht unwesentlich theurer als gutes gedämpftes Mehl. Andererseits finden wir aber auch eine Waare auf dem Markte, welche nicht theurer als gedämpftes Mehl, ja eher billiger, als dieses ist und den Namen „rohes Knochenmehl" führt. Bei dem Preise der Knochen kann diese Waare auch nur eine sogen. „gemachte" sein.

Ueber das aufgeschlossene Knochenmehl ist bereits p. 518 und p. 524 das nothwendige gesagt worden.

Die Bezeichnung „gemachtes" Knochenmehl ist mehrfach gebraucht worden und wir haben nun die Materialien zu bezeichnen, welche zur Fabrikation dieser Waare benutzt werden. Es sind dies die stark entleimten, mithin an Stickstoff armen und an Phosphorsäure reichen Knochen, gedämpftes Horn, resp. Leimabfälle, Leimkalk, Knochenkohle, getrocknetes Blut u. dergl. Aus diesen Materialien werden Knochenmehle verschiedener Zusammensetzung dargestellt und unter Garantie in den Handel gebracht. Vielfach ist bei diesen Mehlen auch noch etwas Sand, resp. Erde hinzugefügt, da der Gehalt hieran öfters ein recht hoher ist. Es kommen Mehle von voll normalem Gehalte an Stickstoff und Phosphorsäure mit 6,7 und mehr Procenten Sand vor.

Sind die Knochenmehle aus den vorher bezeichneten Materialien dargestellt und entsprechen dieselben der gegebenen Garantie, so ist gegen dieselben meistens nichts zu thun, sogar auch dann nicht, wenn auch noch die Garantie der Reinheit vorliegt.

Anders dagegen ist es mit den Mehlen, die wirklich verfälscht und dadurch mindergrädig geworden sind. Fabrikanten solcher Waaren sind gerichtlich zu belangen und werden nach geführtem Nachweise bestraft.*)

---

*) Der Verfasser hat eine Anzahl von Müllern, welche die Steinnußabfälle, die in der sächsischen Oberlausitz Ende der 60er und in der ersten Hälfte der 70er Jahre eine Rolle spielten, mit zur Darstellung von Knochenmehl benutzt hatten, der Staatsanwaltschaft übergeben und ihre Bestrafung, welche bei den ersten in Geldstrafe, dann aber in Freiheitsentziehung bestand, herbeigeführt. Die Müller, welche derartige verfälschte Knochenmehle machen, sind vielfach weniger schuldig, als die Händler, welche ihnen die-

Verfälschungs-Mittel sind resp. waren:
Steinnußabfälle,
Austernschalen,
Phosphorit,
Gyps,
Stein und Braunkohlenasche, Sand und Erde,
Sägespäne, resp. Abfälle der Knopffabrikation aus Holz, welche vielfach gemengt mit Steinnuß und Hornabfällen Verwendung finden.

Die Steinnüsse, welche auch die Namen Elfenbein-, Corosos-, Taguannüsse und vegetabilisches Elfenbein führen, sind die Früchte einer Palmenart Phytelephas macrocarpa, werden vor allem aus Columbien und Ecuador importirt und dienen zur Knopffabrikation. Die Abfälle dieser Nüsse sind theils mehlartig, theils mehr oder weniger feine Späne. Die Nuß hat einen weißen Kern und eine braune Schale. Da die Abfälle meistens in der mechanischen Beschaffenheit, in der sie erhalten, verwendet werden, so sind in dem damit verfälschten Mehle feine und gröbere Theile derselben vorhanden. Wird bei derartigem Knochenmehle das feine Mehl von dem gröberen Theile durch Sieben getrennt, so sind leicht Späne mit brauner Schale und weißer daran haftender Masse erkenntlich. Werden solche Stückchen auch nur vereinzelt gefunden, so ist sicher auf Verfälschung mit Steinnuß zu schließen. Während so diese Verfälschung von dem Landwirthe leicht erkannt werden kann, so ist doch der Grad der Verfälschung nur durch die chemische Analyse festzustellen.

Die Zusammensetzung der Steinnußabfälle ist im Durchschnitt mehrerer Analysen des Pommritzer Laboratoriums:

Wasser	11,18
Organische Substanz	87,05
Asche	1,77
	100,00
Stickstoff	0,98 %

Und hiernach der Werth pro 50 Kilo, berechnet nach dem Stickstoffgehalte 50—60 Pfg. der noch um einige Pfennige durch die Aschenbestandtheile erhöht werden wird. Die Knochenmehle werden hiernach durch die Vermischung mit Steinnußabfällen

selben liefern. So ist mir ein Fall erinnerlich, wo ein Händler einem Müller eine ganze Lowry Austernschalen als Knochen mit der Behauptung, daß dieselben besser als Knochen seien, verkauft hatte.

an organischer Substanz reicher, dagegen ärmer an Stickstoff, Asche und in dieser an Phosphorsäure. Vorherrschend haben die Steinnußabfälle bei rohen Knochenmehlen Verwendung gefunden.*)

Die Austernschalen geben gemahlen ein feines dem Knochenmehl ähnliches Pulver und bestehen vor allem aus kohlensaurem Kalke.

Die specielle Zusammensetzung ist nach der Analyse von W. Wolf im Pommritzer Laboratorium die folgende:

Wasser	3,04
Organische Substanz	2,00
Eisenoxyd	0,05
Kalkerde	50,61
Magnesia	0,46
Alkalien	1,23
Phosphorsäure	0,27
Schwefelsäure	0,59
Kieselsäure	0,30
Kohlensäure	39,35
Chlor	0,38
Sand	1,72
	100,00
Stickstoff	0,18 %
Kohlensaurer Kalk	89,43 "

Der Stickstoffgehalt ist selbstverständlich etwas wechselnd, je nachdem etwas weniger oder mehr Fleisch den Schalen verblieben ist; bei einer andern Partie wurden 0,32% Stickstoff gefunden. Der Werth der Austernschalen ist hiernach ein sehr geringer und höchstens auf 30—40 Pfg. pro 50 Kilo zu veranschlagen. Unter Herunterdrückung des Gehaltes an organischer Substanz mit dem Stickstoff werden die mit Austernschalen gemischten Knochenmehle an Asche wesentlich vermehrt und in dieser an kohlensaurem Kalk unter Verminderung der Phosphorsäure. Da normale Knochenmehle bereits 5—8% kohlensauren Kalk enthalten, so kann die einfache Kohlensäure-Erkennung durch Aufbrausen vermittelst Säure hier nicht entscheidend sein, sondern auch hier ist die quantitative Analyse allein maßgebend.

Phosphorit. Als Zusatz zu Knochenmehlen werden vor allem die mindergrädigen an Eisenoxyd reichen Phosphorite verwendet. Vermehrung der Asche, welche mehr oder weniger roth gefärbt, vor allem rothe Farbe des zu verbleibenden Sandes

*) In neuester Zeit sind die Steinnußabfälle sogar als neues Kraftfuttermittel mit und ohne Kochsalz auf dem Markte erschienen.

bei Extraction der Asche mit verdünnter Salzsäure lassen auf Phosphoritzusatz schließen. Die quantitative Analyse ist hier allein entscheidend.

Gyps wird häufig verwendet, um bei lagernden sich zersetzenden Knochen das gebildete Ammoniak zu binden. Da Knochenmehl entweder keine oder nur Spuren von Schwefelsäure enthält, so ist Gypszusatz an einer kräftigen Schwefelsäure-Reaction zu erkennen. Die Größe des Zusatzes vermag auch nur die quantitative Analyse anzugeben.

Sand-, Erde-, Stein- und Braunkohlenasche-Zusätze sind leicht durch die Menge des in Salzsäure unlöslichen Rückstandes nachzuweisen. Beim Knochenmehle ist der höchste zulässige Sandgehalt 5%, ist mehr vorhanden, so ist auf absichtlichen Zusatz zu schließen. Einen weiteren Beweis liefert die Verminderung der organischen Substanz mit dem Stickstoff und die Vermehrung der Asche ohne die der Phosphorsäure.

Die Sägespäne werden am leichtesten durch Schwefelsäure oder das Mikroskop nachgewiesen; die erstere färbt Sägespäne schwarz, während die organische Substanz der Knochen nicht gefärbt wird.

Verfälschungen der genannten Art treffen nicht nur dadurch den Landwirth schwer, daß er für mindergrädige Waare Geld wegwerfen muß und außerdem noch seine Felder betrügt und so in seinen Ernten geschädigt wird, sondern schaden leicht auch dadurch, daß der Landwirth den Glauben an dem wirklichen Nutzen künstlicher Dungstoffe zu verlieren vermag; was unter Umstäuden in seinen Folgen noch schlimmer als ersteres sein kann. Hierdurch schadet der Fälscher nicht nur dem Einzelnen, sondern der Gesammtheit.

§ 273.

E. Die Phosphorsäure und der Boden.

Nach der Ueberschrift könnte angenommen werden, daß hier nochmals das Absorptions-Vermögen des Bodens für Phosphorsäure besprochen werden sollte. Dem ist aber nicht so, da dieser Gegenstand genügend im I. Bde. behandelt worden ist. Es soll hier eine wichtige Thatsache, welche neu ist, kurz hervorgehoben werden. Maercker machte bereits im Jahre 1880 darauf aufmerksam, daß die zum Boden gebrachte Phosphorsäure von Jahr zu Jahr schwerer löslich werde. Der Verfasser

hat für diese bedeutungsvolle Frage Untersuchungen ausgeführt, welche den Ausspruch **Maerkers** bestätigen.

Bei dem Versuche über die Frage, wie roher, schwerer Boden fruchtbar gemacht werde, ist eine Parzelle in 10 Jahren 6 mal mit 3 bas. phosphorsauren Kalk gedüngt worden und zwar mit 6 Ctr. auf den sächs. Acker (10,84 Ctr. auf den Hectar). Die Erde der Parzellen enthielt vor Beginn des Versuches 0,0754 in Salzsäure und 0,0449 in Schwefelsäure lösliche Phosphorsäure. Nachdem dieselbe in 10 Jahren 6 mal wie angeführt gedüngt, 0,1006 in Salzsäure und 0,0676 in Schwefelsäure lösliche Phosphorsäure.

Aus diesen Zahlen geht bestimmt hervor, daß ein Theil der als phosphorsaurer Kalk dem Boden einverleibten Phosphorsäure, trotzdem sie in Salzsäure leicht löslich war, im Boden im Laufe der Jahre schwerer löslich geworden ist. Diese Thatsache ist höchst bemerkenswerth und verdient besondere Beachtung, weshalb dieselbe auch hier noch extra hervorgehoben ist.

§ 274.

F. Welches der im Handel vorkommenden phosphorsäurehaltigen Fabrikate verdient am meisten der Verwendung?

Diese Frage, welche dem Fachmanne so oft vorgelegt wird, ist leicht dahin zu beantworten, daß in erster Reihe das Knochenmehl und zwar das feine, gedämpfte zu empfehlen ist, weil man in demselben jetzt die wirksame Phosphorsäure am billigsten kauft.

Da aber das Knochenmehl, bevor es zur Wirkung kommt, im Boden erst gelöst werden muß und hierzu Wärme und Feuchtigkeit erforderlich sind, so folgt hieraus, daß die Wirkung des Knochenmehles zu der Herbstfrucht wohl stets als eine sichere hingestellt werden kann, während dies im Frühjahr, wo leicht Wärme oder Feuchtigkeit in der richtigen Zeit fehlen können, nicht immer so sicher ist. Aus diesem Grunde wird man im Allgemeinen am sichersten gehen, wenn man im **Herbst Knochenmehl und im Frühjahr Superphosphat** anwendet.

Dient das Knochenmehl zur Unterstützung des Stallmistes und wird mit diesem zugleich in den Boden gebracht, so ist dann auch seine Wirkung im Frühjahre in der Regel eine gesicherte.

Kapitel III.

I. Die Ammoniak- und salpetersauren Salze.

§ 275.

I. Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit der Zufuhr von Stickstoff in Form der obigen Salze.

a) Hergeleitet aus der directen Wirkung derselben.

Die Bedeutung des Stickstoffs für das Pflanzenleben ist im II. Kapitel des I. Bds. dargelegt. Wir haben hier gesehen, daß Ammoniak und Salpetersäure diejenigen Formen sind, in welchen vorherrschend der Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen wird. Ferner hat das Kapitel gezeigt, daß der gebundene Stickstoff der Luft den Bedarf der landwirthschaftlichen Culturpflanzen an Stickstoff nicht deckt, woraus dann weiter folgt, daß wir denselben dem Boden von außen her zuführen müssen.

Eine Stickstoffdüngung des Bodens erfolgt zunächst durch den Stalldung, der, wie die ersten Kapitel dieses Bandes dargethan haben, reich an demselben ist. Ferner führen wir dem Boden durch die anderen bis jetzt besprochenen Dungstoffe, durch die menschlichen Excremente, den Compostdünger, den Peruguano, Fischguano, das Knochenmehl u. s. w. ebenfalls Stickstoff zu.

Es ist nun zunächst zu untersuchen, wie weit wir durch den Stallmist den Stickstoffbedarf des Bodens decken können?

Zur Beantwortung dieser Frage wähle ich einerseits die auf der Domaine Waldau vorhandene Fruchtfolge mit ihren durchschnittlichen Erträgen pro Hectar, sowie die des Rittergutes Kuppritz in der sächs. Oberlausitz.

Unter Zugrundelegung der p. 172 betreffs Waldau gegebenen Daten berechnet sich die Stickstoffausfuhr in einer Rotation für einen Hectar zu 1313,6 ℔. In dieser Zeit war der Hectar 2½ mal, im Ganzen mit 100 Fudern à 20 Ctr. = 2000 Ctr., Stallmist gedüngt. Nach der Analyse von A. Völcker hat 3 Monate und 11 Tage alter Dung 0,740 % Stickstoff, somit sind in den 2000 Ctr. 1480 ℔ Stickstoff enthalten. Wird die Analyse von Schmidt zu Grunde gelegt (0,542 %), so berechnet sich der Stickstoffgehalt der 2000 Ctr. zu 1084 ℔, nach der von Hoffmann (0,785 %) zu 1570 ℔, nach der von Bretschneider (0,46) zu 920 ℔ und bei 0,5 zu 1000 ℔; im Mittel werden nach diesen Analysen somit durch den Stallmist 1210,8 ℔ Stickstoff pro Hectar während einer Rotation zum Boden gebracht, während demselben 1313,6 ℔ entzogen werden.

Das Rittergut Kuppritz*) hat auf seinen Höhen-Feldern folgende Fruchtfolge:

Klee (als Heu geerntet)
Roggen
Raps
Weizen
Hafer
Kartoffel
Gerste.

Die folgende Tabelle, p. 541, enthält die erforderlichen Daten.

Wir ersehen aus derselben, daß während einer Rotation pro Hectar 1265,03 ℔ Stickstoff dem Boden in den Früchten entnommen werden. In der Rotation erhält das Feld pro Hectar 725 Ctr. Schafmist und 725 Ctr. Rindviehmist und dadurch bei Zugrundelegung von 0,75 % Stickstoff für die erste und 0,5 % für die letztere Mistsorte 906,2 ℔ Stickstoff. Werden die Zahlen von Völcker und Schmidt, Hoffmann und Bretschneider für den Rindviehmist benutzt, so ergeben sich 1080,25 ℔, 936,70 ℔, 1112,88 ℔ und 878,75 ℔, im Mittel somit 982,96 ℔ Stickstoff, welche pro Hectar durch den Stallmist dem Boden zugeführt werden.

Die Analysen-Angaben betreffs des Stickstoffgehaltes des Stallmistes variiren leider wesentlich, was sich aus verschiedenen Gründen (Futter, Behandlung, Alter 2c.) leicht erklärt. Wir glauben für den Zweck der obigen Rechnung sicher zu gehen,

*) Herrn E. Hähnel gehörig, welcher mir die erforderlichen Daten freundlichst zur Verfügung gestellt hat.

Frucht	Ernte pro Hectar			Der Rechnung zu Grunde gelegter proc. Stickstoffgehalt der			Stickstoffgehalt der			Summa des Stickstoffes
	Körner	Stroh u. Ueberkehr	Spreu	Körner	Stroh u. Ueberkehr	Spreu	Körner	Stroh u. Ueberkehr	Spreu	
	Ctr.	Ctr.	Ctr.	%	%	%	℔	℔	℔	℔
Klee, als Heu geerntet		145,00			2,20			319,00		319,00
Roggen, gedüngt mit Stallmist und Knochenmehl	45,54	110,20	2,81	2,10	0,60	0,64	95,63	66,12	1,80	163,55
Raps, gedüngt mit 3 Ctr. Ammoniak-Superphosphat $^{3}/_{9}$	28,91	51,70	28,20	3,10	0,43	0,78	89,62	22,23	20,59	132,44
Weizen	45,18	78,82	14,27	2,05	0,50	0,82	92,62	39,41	11,70	143,73
Hafer	57,82	64,22	7,23	2,00	0,70	0,78	115,64	44,95	5,64	166,23
Kartoffel	466,00	Kräutig: 9,0		0,35	Kräutig: 1,50		163,10	Kräutig: 13,5		176,60
Gerste	54,21	66,65	8,43	2,20	0,60	0,50	119,26	39,99	4,22	163,48
									Summa:	1265,03

wenn wir mehr Gewicht auf die niederen, als auf die höheren Zahlen legen, denn der Stallmist wird, so wie es sein soll, ja leider meistens nicht behandelt, dann treten auch in Betreff der Fuderschwere je nach den Witterungsverhältnissen, bei denen das Ausfahren erfolgt, leicht nicht unerhebliche Differenzen ein, da ja nicht jedes Fuder gewogen werden kann.

Die Zahlen lassen daher mit voller Bestimmtheit erkennen, daß trotz der starken Stallmistdüngung, wie sie sowohl in Waldau als in Kuppritz erfolgt, doch dieser Dünger die gesammte Ausfuhr an diesem so wichtigen Nährstoff nicht zu decken vermag. Ziehen wir ferner in Betracht, wie Bd. I p. 150 u. s. w. nachgewiesen ist, daß der Boden durch die atmosphärischen Niederschläge ebenfalls gebundenen Stickstoff und zwar nach den vorliegenden Untersuchnngen pro Hectar 4,16 bis 46,8 ℔ erhält so sehen wir daraus, daß hierdurch die Zufuhr zum Boden nicht unwesentlich vermehrt wird und daß so bei starker Düngung mit gutem Stallmist wohl der Stickstoffbedarf der Pflanzen während der Rotation gedeckt werden kann. Weiter unterstützt wird diese Schlußfolgerung noch dadurch, daß die Leguminosen wegen ihres Blattreichthumes und der Beschaffenheit der Blätter das Vermögen besitzen, gebundenen Stickstoff der atmosphärischen Luft durch die Blätter aufzunehmen.*)

Scheint nach diesem auch der Schluß ein voll begründeter, daß bei rationell geführten Wirthschaften eine besondere Stickstoffzufuhr nicht nothwendig sei, so widersprechen diesen Schlußfolgerungen doch die bestgeführten Wirthschaften der Provinz und des Königreiches Sachsens, Schlesiens u. s. w., welche bedeutende Mengen von Stickstoff in Form der künstlichen Düngemittel jährlich importiren.

Wie kommt dies?

Die Rechnungen weisen bei reichlicher Stallmistzufuhr, und die Güter genannter Gegend sind in der Lage, in solcher Weise Stallmist zu verwenden, annähernd Gleichgewicht zwischen Entnahme und Ersatz durch Stallmist nach, vor allem, wenn noch die natürlichen Quellen mit in's Auge gefaßt werden, ja es scheint sogar noch ein Plus sich herauszustellen und doch gebrauchen gerade solche Güter noch anderweitige Stickstoffquellen. Der vornehmste Grund für diese Thatsache ist in dem Verhalten

---

*) Herr Hähnel führt außerdem noch durch Knochenmehl, Ammoniak-Superphosphat, resp. Chilisalpeter während der Rotation 111,8 ℔ Stickstoff zu.

des Stickstoffes im Boden zu suchen. Wir wissen, daß der zum Boden gebrachte Stickstoff, in welcher Verbindung dies auch geschehen sein mag, schließlich die Form der Salpetersäure annimmt und daß für diese die Böden nur eine immerhin geringe Absorptionsfähigkeit besitzen. Es versinkt somit ein Theil des dem Boden zugeführten Stickstoffes in die tieferen Schichten desselben, resp. derselbe wird im Drainwasser fortgeführt und geht so auf die eine oder andere Weise den Pflanzen verloren. Daß ferner auch in sehr vielen Fällen schlechte oder wenigstens nicht voll normale Behandlung des Stallmistes diesen an Stickstoff ärmer macht, und so durch den Stallmist die der obigen Rechnung zu Grunde gelegten Stickstoffmengen nicht zum Boden gelangen, ist leider eine nicht zu bestreitende Thatsache.

Erwähnt muß weiter noch werden, daß rationell bewirthschaftete Güter in den menschlichen Excrementen, dem Geflügeldung und den gesammten Abfällen der Wirthschaft noch Stickstoffquellen besitzen und verwenden, wodurch der Stallmist-Stickstoff entsprechend vermehrt wird.

Nichtsdestoweniger benutzen gerade solche Güter noch anderweitige Stickstoffquellen und zwar außer Peruguano vor allem die in Rede stehenden Salze.

Wenn aber rationell bewirthschaftete, in guter Cultur stehende Güter Stickstoff in Form des Chilisalpeters und des schwefelsauren Ammoniaks zu verwenden nothwendig haben, so wird dies um so mehr bei den Gütern der Fall sein, welche diese Stufe der Cultur noch nicht erreicht haben, also bei Gütern, denen es einerseits an dem erforderlichen Stallmist fehlt und deren Äcker anderseits in der Cultur noch zurückstehen; für diese Güter finden die beregten Stickstoffverbindungen erst recht ihre Verwendung.

§ 276.

b) Hergeleitet aus der indirekten Wirkung.

Bei der bisherigen Betrachtung haben wir aus der directen Wirkung der Ammoniak- resp. salpetersauren Salze die Nothwendigkeit resp. Entbehrlichkeit ihrer Zufuhr herzuleiten versucht; es darf jedoch hierbei auch die indirecte nicht außer Acht gelassen werden, welche in Löslichmachung der anderen Pflanzennährstoffe besteht. Aus den Absorptions-Erscheinungen des Bodens wissen wir, daß diese Salze durch chemische Umsetzung

sowohl Kali, Kalkerde und Magnesia, als auch Phosphorsäure in Lösung überzuführen vermögen. (Bd. I p. 265 u. f.) Zu viel Gewicht darf aber auf diese indirecte Wirkung nicht gelegt werden, denn sie ist bei den gedachten Salzen durchaus nicht größer als bei anderen, wie z. B. beim Gyps, Kochsalz u. s. w., Salze, welche bekanntlich bedeutend billiger als jene sind. Man wird daher wohl bei der Besprechung der Wirkung dieser Salze den indirecten Einfluß derselben auf den Boden mit in's Auge fassen müssen, jedoch wird es wohl Niemandem einfallen können, dieselben wegen dieser Wirkung anzuwenden, da hierfür ihr Preis ein zu hoher ist.

Folgender Versuch von Dietrich zeigt die Wirkung der Ammoniaksalze im Vergleich zu Natronsalzen auf Ackererde.

Die Erde, gut ausgewaschen, wurde mit den betreffenden Salzlösungen sehr lange Zeit unter öfterem Umschütten stehen gelassen. Die Menge der Salze war so gewählt, daß die Säuremengen derselben äquivalent waren. Die Erde war angeschwemmter, lehmreicher Sandboden, nur wenig unverwittertes Gestein enthaltend. Nach Entfernung des in Wasser Löslichen enthielt sie in verd. Salzsäure löslich: 0,320 % Kalkerde, 0,210 % Magnesia, 0,019 % Kali, 0,018 % Natron und 0,096 % Phosphorsäure.

Aus 1 Mill. & dieser Erde mit 960 & Phosphorsäure wurden ausgezogen:

			an Phosphorsäure:
durch	schwefelsaures Ammoniak	(5300 & Salz)	= 5,0 &
„	Chlorammonium . . .	(4280 „ „)	= 5,4 „
„	salpetersaures Ammoniak	(6400 „ „)	= 6,0 „
„	„ Natron .	(6800 „ „)	= 6,0 „
„	kohlensaures Ammoniak.	(3840 „ „)	= 7,0 „
„	„ Natron .	(4240 „ „)	= 13,0 „
„	2fach kohlens. „ .	(6000 „ „)	= 13,0 „
„	Chlornatrium	(4680 „ „)	= 14,0 „

Da die Versuchsreihe von Dietrich nur die lösende Wirkung von Ammoniak- und Natronsalzen auf die Phosphorsäure zeigt, so mögen hier noch einige Versuchs-Resultate des Verfassers Platz finden, bei welchen die lösende Wirkung des Chlorammoniums und des salpetersauren Natrons auf die wichtigsten Pflanzennährstoffe des Bodens geprüft worden ist. Bei diesen Versuchen handelte es sich darum, die Absorptionsfähigkeit der betreffenden Böden für Ammoniak und Salpetersäure festzustellen, wobei gleichzeitig die in Lösung getretenen Körper bestimmt wurden.

Die zu den Versuchen benutzten Böden waren ursprünglich von derselben Beschaffenheit und unterschieden sich nur durch

die Veränderungen, welche eine 10jährige Cultur und verschiedene Düngung hervorgebracht hatten.

Der wässrige und salzsaure Auszug der ursprünglichen wasserfreien Erde enthielt:

Humus	0,0051
Eisenoxyd	2,9210
Eisenoxydul	0,0738
Manganoxyduloxyd . .	0,0871
Thonerde	2,5534
Kalkerde	0,2554
Magnesia	0,4995
Kali	0,2306
Natron	0,0928
Ammoniak	0,0007
Phosphorsäure	0,0754
Schwefelsäure	0,0184
Salpetersäure	?
Kohlensäure	0,0512
Kieselsäure	5,1967
Chlor	0,0024
Sand und Thon . . .	87,9370
	100,0005
Sauerstoff ab für Chlor .	0,0005
	100,0000

Parzellen I und II waren ungedüngt geblieben, Parzelle III hatte während der 10 Jahre 6 mal Aetzkalk, Parzelle IV 7 mal schwefelsaures Ammoniak, Parzelle V 6 mal phosphorsauren Kalk und Parzelle VI 6 mal schwefelsaures Kali erhalten. Bei den Absorptions-Versuchen wurden 100 Grm. lufttrockener Erden mit 200 Cubikcentimeter der 1/10 atomigen Lösung der betr. Salze 24 Stunden in Berührung gelassen. Die erhaltenen Resultate zeigen die Tabellen p. 546 und 547.

Höchst interessant ist die in so verschiedenem Grade sich zeigende lösende Wirkung der beiden Salze. Während das Ammoniaksalz lösend auf alle basische Nährstoffe und die Phosphorsäure einwirkt, vermag der Chilisalpeter von der Phosphorsäure nicht mal nachweisbare Spuren zu lösen und von den basischen Körpern, entsprechend der geringen Absorptionsfähigkeit des Bodens für Natron, bedeutend kleinere Mengen als das Ammoniaksalz. Wenn hiergegen die Versuche von Dietrich zeigen, daß der Chilisalpeter ebenfalls Phosphorsäure zu lösen im Stande ist und sogar etwas mehr als Chlorammonium, so muß die Länge der Einwirkung dies Resultat herbeigeführt haben. Daß bei meinen Versuchen in so kurzer Zeit verhältnißmäßig so bedeutende Mengen der Nährstoffe von dem Ammoniaksalz

Die Absorptions-Versuche mit Chlorammonium.

Bezeichnung des Bodens	Concentration der Lösung	In 200 Cbcm. d. Absorptions-Flüssigkeit sind enthalten		Zeitdauer der Berührung	In der Flüssigkeit waren gelöst:								100 Grm. Boden absorbiren:	
		Ammoniak	Chlor		Eisenoxyd	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron	Ammoniak	Phosphorsäure	Chlor	Ammoniak	Chlor
		Grm.	Grm.	St.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Parzelle I	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0021	0,1030	0,0389	0,0104	0,0337	0,2504	0,0044	0,6923	0,0885	0,0099
" II	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0021	0,1053	0,0389	0,0112	0,0331	0,2509	0,0057	0,6918	0,0830	0,0109
" III	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0082	0,1826	0,0187	0,0077	0,0211	0,2314	0,0105	0,7022	0,1025	—
" IV	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0058	0,0918	0,0332	0,0119	0,0133	0,2578	0,0098	0,6923	0,0761	0,0099
" V	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0021	0,1198	0,0396	0,0098	0,0220	0,2446	0,0108	0,7002	0,0893	0,0020
" VI	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0042	0,0952	0,0360	0,0262	0,0226	0,2520	0,0102	0,6981	0,0819	0,0041
Erde von 1868	1/10 Atom	0,8339	0,7022	24	0,0032	0,1109	0,0375	0,0085	0,0358	0,2457	0,0028	0,7022	0,0882	—

Die Absorptions-Versuche mit salpetersaurem Natron.

Bezeichnung des Bodens	Concentration der Lösung	In 200 Ccm. d. Absorptions-Flüssigkeit sind enthalten:		Zeitdauer der Berührung	In der Flüssigkeit waren gelöst:							100 Grm. Boden absorbiren:	
		Natron	Salpetersäure		Eisenoxyd	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron	Phosphorsäure	Salpetersäure	Natron	Salpetersäure
		Grm.	Grm.	St.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Parzelle I	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0526	0,0209	0,0050	0,5512	—	1,0246	0,0702	0,0486
" II	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0526	0,0187	0,0050	0,5507	—	1,0252	0,0707	0,0489
" III	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0952	0,0068	0,0046	0,5393	—	0,9943	0,0821	0,0789
" IV	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0470	0,0166	0,0044	0,5581	—	1,0227	0,0633	0,0505
" V	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0560	0,0195	0,0039	0,5458	—	1,0101	0,0756	0,0631
" VI	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0476	0,0173	0,0131	0,5529	—	1,0385	0,0685	0,0347
Erde von 1868	1/10 Atom	0,6214	1,0732	24	—	0,0476	0,0187	0,0058	0,5527	—	1,0539	0,0687	0,0193

in Lösung übergeführt worden sind, spricht entschieden sehr für die Verwendung von Ammoniakstickstoff und giebt demselben in dieser Richtung den Vorzug vor dem Salpetersäurestickstoff.

Es sei ferner hier auch noch besonders betont, daß diese Versuche, entgegen den Resultaten von Knop, auf das Bestimmteste darthun, daß der Boden auch Absorptionsvermögen für die Salpetersäure besitzt, wenn dasselbe auch nicht ein bedeutendes, sondern wesentlich geringer, als das für Ammoniak ist.

Die Salpetersäure-Bestimmungen sind auf das sorgfältigste stets wenigstens doppelt und nach 2 Methoden ausgeführt worden.

§ 277.

II. Die Ammoniaksalze. — Schwefelsaures Ammoniak.

Wenn auch die Zahl der Ammoniaksalze eine nicht unbedeutende ist, so ist doch die bei der hier vorliegenden Frage in Betracht kommende eine sehr beschränkte. Es kann sich für den Landwirth nur um solche Verbindungen des Ammoniaks handeln, welche in größerer Menge zu erhalten, leicht und ohne Verluste transportirbar, sowie billig sind. Diese Bedinguugen erfüllt nur das schwefelsaure Ammoniak; ihm am nächsten steht der Salmiak, jedoch ist auch dieser bei seiner anderweitigen technischen Verwendung für den Landwirth zu theuer, so daß wir hier nur das schwefelsaure Ammoniak zu betrachten haben.

a) Vorkommen, Gewinnung und Eigenschaften des schwefelsauren Ammoniaks.

Das schwefelsaure Ammoniak kommt in kleinen Mengen in vulkanischen Gegenden gemengt mit Eisenoxyd und Salmiak als Mineral vor, welches nach seinem Entdecker den Namen Mascagnin führt; ferner findet man es als Ammoniakalaun (schwefelsaures Ammoniak plus schwefelsaurer Thonerde) neben Kalialaun oder auch ohne diesen in Braunkohlen und Alaunschiefern.

In einigen Höhlen südöstlich der Kapstadt ist, nach A. B. Griffith, ein Guanolager aufgefunden worden, das hauptsächlich aus Ammoniak-Verbindungen besteht. Eine Probe desselben enthielt 70,21 % Ammoniaksalze und 17,5 % Phosphat. Dies Lager, meint Griffith, ist wahrscheinlich aus den Excrementen einer untergegangenen Thierwelt entstanden.

Jedoch ist dies Vorkommen nicht wesentlich, so daß wegen der vielfachen Anwendung des Salzes dasselbe fabrikmäßig dargestellt werden muß.

Während bis vor einigen Jahren das schwefelsaure Ammoniak aus dem kohlensauren Ammoniak, welches durch trockne Destillation von Fleisch, Horn, Knochen ꝛc., aus gefaultem Harn oder, und zwar vor allem, aus dem Condensationswasser der Gasfabriken erhalten, dargestellt wurde, sind in der neuesten Zeit einerseits die Darstellungsmethoden aus den oben genannten Rohmaterialien verbessert, andererseits aber auch eine Anzahl neuer Quellen für das Ammoriak erfunden worden.

Das kohlensaure Ammoniak wurde entweder durch Schwefelsäure oder durch Gyps, wobei schwefelsaures Ammoniak und kohlensaurer Kalk, oder durch Eisenvitriol, wodurch schwefelsaures Ammoniak und kohlensaures Eisenoxydul entsteht, in schwefelsaures Salz verwandelt.

Von den verbesserten Methoden zur Darstellung des Ammoniaks mögen hier die folgenden Platz finden.

1) Nach Th. Richter in Breslau (D. R.-P. 13594) behandelt man stickstoffhaltige organische Stoffe wie folgt. Dieselben, wie Lederabfälle, Blut, Wolle, Haare u. dergl., werden mit einer Lösung von Pottasche durchtränkt und getrocknet. Die getrockneten Massen gelangen dann in Retorten, in denen sie erhitzt werden, wobei aber Schmelzung nicht eintreten darf. Das sich bildende Ammoniak, sowie Theer und Gas werden in bekannter Weise aufgefangen. Der Rückstand, welcher Cyankalium, Kaliumcyanat, Kaliumsulfocyanat, kohlensaures Kali, Kaliumhydroxyd, Schwefelkalium und Kohle enthält, wird in Gegenwart von Eisen oder Eisenoxydul ausgelaugt, wodurch das Cyankalium in Ferrocyankalium umgewandelt wird. Nachdem dies abgeschieden, kann die Lösung wieder zum Imprägniren neuer stickstoffhaltiger Stoffe dienen. Das Kali wird durch Behandlung mit Kohlensäure in kohlensaures Kali verwandelt. Enthalten die Rohstoffe Sand, so wird dieser durch Waschen mit Pottaschenlauge entfernt.

2) Hamilton Young Castner und Edwin Bennett Castner (D. R.-P. 22948) gewinnen bei der Darstellung der Knochenkohle in folgender Art das sich bildende Ammoniak. Die gemahlenen oder zerkleinerten Knochen werden continuirlich durch mit einer Transportschnecke versehene horizontale Glühcylinder hindurchgeführt und dadurch verkohlt. Die bei der Verkohlung entweichenden Gase werden mittelst eines Exhaustors mit Luft gemischt und durch ein hoch erhitztes Schlangenrohr gesaugt, um die Kohlenwasserstoffe des Gemisches zu verbrennen. Sodann leitet man die Gase über erhitzten Kalk, durch welchen die Kohlensäure absorbirt und die vorhandenen Stickstoffverbindungen in Ammoniak übergeführt werden sollen, welches darauf durch eine Säure absorbirt wird.

3) Für die Ueberführung von Ammoniak in schwefelsaures Ammoniak haben sich Francis John Bolton und James Alfred Wanklyn in Westminster, London folgendes Verfahren patentiren lassen (D. R.-P. 17386). Die entweichenden Dämpfe von Flüssigkeiten, wie Urin ꝛc., müssen,

nachdem sie mit Luft oder Kohlensäure gemischt sind, durch Schichten von porösem Calciumsulphat, eventuell mit Calcium- und Eisenphosphat gemischt, von Chlorcalcium, den Doppelsalzen desselben mit Chlorkalium und Chlornatrium oder Chlorkalium und Chlormagnesium ziehen. Das Ammoniumcarbonat setzt sich mit dem Calciumsulphat zu schwefelsaurem Ammoniak und kohlensaurem Kalk um. Ist die Reaktion genügend weit vorgeschritten, so wird das Gemenge erhitzt, wodurch die umgekehrte Reaction eintritt und sich kohlensaures Ammoniak bildet, das auf gewöhnliche Weise condensirt wird, während der entstandene Gyps von Neuem zur Verwendung gelangt. Bei Gegenwart von Schwefelammonium bilden sich schwefelsaures Ammoniak, Schwefelcalcium, Calciumoxysulfid und Eisensulfid, wenn Eisenphosphat zugegen war. Man läßt alsdann die Luft auf das Gemenge einwirken, wodurch die Sulfide in Sulfate verwandelt werden, so daß das Gemenge wieder zur Absorption gebraucht werden kann. Nach gehöriger Anreicherung wird das schwefelsaure Ammoniak mit Wasser ausgelaugt.

4) Für die Gewinnung von Ammoniak aus Gaswasser hat sich Georg Wunder in Leipzig folgendes Verfahren patentiren lassen (D. G.-P. 17411). Durch directe Feuerung des ersten Kessels werden zunächst die flüchtigen Ammoniakverbindungen ausgetrieben und dann die hiervon befreiten Flüssigkeiten in einen zweiten Kessel gebracht, in den Kalkmilch geleitet und der durch aus dem ersten Kessel kommende Wasserdämpfe erwärmt wird.

Von den neuen Verfahren, resp. Erfindungen für die Ammoniakgewinnung nenne ich hier die folgenden.

1) Gewinnung von Ammoniak, Theer und anderen Destillationsproducten aus den Gasen der Coaksöfen (D. R.-P. 13395) von F. Ströhmer und Th. Scholz-Dresden. Die Schwierigkeiten der Nutzbarmachung der bei der Coaksbereitung auftretenden Stoffe, wie Ammoniak, Theer und Gase sind sehr bedeutend, da doch die Coaksgewinnung immer Hauptsache bleiben muß. Die Gründe hierfür bestehen in folgendem. Manche Kohlen enthalten nur geringe Mengen Stickstoff, ferner gestatten oft die lokalen Verhältnisse weitere Anlagen nicht und diese sind auch ohne erheblichen Kostenaufwand nicht herzustellen. Die Hauptschwierigkeit für die Gewinnung des Ammoniaks ꝛc. liegt in der hohen Temperatur der Coaksöfen, wodurch Ammoniak und Theer leicht weitergehende Zersetzungen erleiden, resp. Verbrennen. Obiges Patent will die sich in den Coaksöfen entwickelnden Gase dadurch vor Zersetzung bewahren, daß denselben in dem aus dem Ofen ragenden Absaugerohre ein feiner Dampfstrahl entgegengeführt wird. Auch kann ein zweiter Dampfstrahl aus dem unteren Theil des Absaugerohres nach oben geführt werden. Mit Hülfe dieser beiden Dampfstrahlen ist der Druck und Zug im Ofen zu reguliren und dadurch werden Ammoniak und Theer vor weitergehender Zersetzung resp. Verbrennung geschützt und so in wirksamer Weise diesem Uebelstande entgegengearbeitet. Es schafft aber diese Methode den Nachtheil, daß nur eine sehr verdünnte Lösung von schwefelsaurem Ammoniak resultirt, zu deren Concentration die abgehende Ofenwärme benutzt wird.

2) Das Patent von August Hegener in Cöln (D. R.-P. 13996) sucht diese Destillationsproducte dadurch der Gefahr durch die hohe Temperatur zu entziehen, daß es dieselben durch ein oder mehrere Rohre aus dem Coaksofen in eine Vorlage leitet, in der mittelst Wasserkühlung die Tem-

peratur der Gase bis auf 15° C. erniedrigt werden kann, so daß sich Theer und das Ammoniak abscheidet. Mit Hülfe eines Entlastungsventils kann man die Gase ganz ohne Druck dem Coaksofen entziehen. Nachdem die Gase nach Passiren der Vorlage noch in einem Skrubber von den letzten Spuren von Ammoniak und Theer gereinigt sind, werden dieselben zu dem Ofen zurückgeführt und mit Hülfe von Injectionsapparaten, die Bunsen'schen Brennern ähnlich sind, unter der Sohle der Coaksöfen verbrannt.

Dies Patent läßt es somit an dem natürlichen Wassergehalte der Kohlen genügen, was wohl in all den Fällen mit Recht geschieht, wo das Kohlenklein der Waschwerke, das ungefähr 25 % Wasser enthält, zur Vercoakung kommt; werden dagegen lufttrockene Kohlen zur Verarbeitung benutzt, so würde die Mitwirkung zugeführter Wasserdämpfe gewiß von Vortheil sein. Das Hegener'sche Verfahren liefert ein gehaltreicheres Ammoniakwasser, welcher Umstand für die weitere Verarbeitung desselben von Wichtigkeit ist.

3) H. Tervet ferner schlägt folgendes Verfahren vor. Freier Wasserstoff verbindet sich bei hoher Temperatur mit dem in dem Coaks vorhandenen Stickstoff zu Ammoniak, das leicht durch Säuren condensirt werden kann. An Stelle des reinen Wasserstoffes kann auch ein 20—30 % Kohlensäure enthaltendes Gasgemisch dienen, dies ist ein Gemenge, welches dem bei niedriger Temperatur aus Coaks gewonnenen Wassergase in der Zusammensetzung entspricht; bei Benutzung desselben wird es nothwendig, daß es in größerem Ueberschusse und in schnellerem Strome über die glühenden Coaks geleitet wird, als wenn man mit reinem Wasserstoff arbeitet. Das Arbeiten mit Gasen hat gegenüber dem mit Wasserdampf zur Umwandlung des Stickstoffes der Coaks in Ammoniak den Vortheil, daß sich keine kostspieligen Condensations- und Kühlvorrichtungen nothwendig machen und nicht so große Quantitäten von verdünntem Ammoniak zu bewältigen sind.

Weitere Methoden zur Gewinnung des Ammoniaks sind die folgenden.

4) Fr. Haver Brosche Sohn, Prag, hat sich eine Methode zur Gewinnung des Stickstoffes der Melassenschlempe, Elutionslauge und des Osmosewassers in Ammoniakform patentiren lassen (D. R.-P. 14433), das in folgendem besteht. Während bei der Destillation der eingedampften Melassenschlempe mit Kalkerde neben Ammoniak auch Trimethylamin und theerartige Stickstoffverbindungen sich bilden, entweichen an 60—70 % des in der Schlempe enthaltenen Stickstoffes allein in Form von Ammoniak, wenn man bei der trocknen Destillation einen Theil des Kalkes durch Schlempekohle ersetzt. Aus den Kalisalzen derselben bildet sich dann Aetzkali und der Kalikalk wirkt dabei energisch Ammoniak bildend. Werden die entwickelten Dämpfe nochmals über ein glühendes Gemisch von Schlempekohle und Kalk oder Natronkalk geleitet, so wird eine Ausbeute an Ammoniak auf 80 % des ursprünglichen Stickstoffes erzielt.

5) Von G. Vibrans in Unfingen liegt ein Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak oder Ammoniaksalz als Nebenproduct bei der Rübenzuckerproduction vor (D. R.-P. 15513). Um das in den Brüdendämpfen der Verdampfungs-Apparate, der Scheidepfannen und in der entgeisteten Luft der Elutionsarbeit vorhandene Ammoniak zu gewinnen, werden die Dämpfe, bez. die Luft abgesaugt, wenn nöthig gekühlt und dann mit Säure behandelt.

Die Brüdendämpfe werden aus dem oberen Theile der Heizkammer abgesaugt, weil sich hier das Ammoniak, das in dem heißen Condensationswasser wenig löslich ist, in größerer Menge angesammelt.

6) E. Ernst in Halberstadt hat sich ein Verfahren der Gewinnung von Ammoniak aus der Melassenschlempe patentiren lassen (D. R.-P. 17869). Die Melassenschlempe wird mit Schlempenkohle, Torf, Sägespänen u. dergl. in eine consistente Masse übergeführt und diese in einen Ringofen, der gewöhnlich 6 Kammern enthält, zur Umwandlung des Melassestickstoffes in Ammoniak, gebracht; in dem Ofen findet der Betrieb continuirlich statt. Die Luft tritt durch die abgebrannte Kammer zu und die Verbrennungsgase und Destillationsproducte durch die frisch beschickte Kammer aus. Der Erfinder hat später die Construction des Ofens etwas geändert und sich dies durch Zusatz-Patent 18549 patentiren lassen.

7) Eine Methode zur Gewinnung des Ammoniaks aus dem Alkohole der Melasse-Entzuckerungs-Fabriken liegt von H. Steffens in Mühlberg im Elsaß vor (D. R.-P 23594). Bei diesem Verfahren wird der bei der Destillation des Zuckerkalkes oder der Laugen wieder gewonnene ammoniakalische Alkohol mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, wobei sich, wenn man bestimmte Concentrationen innehält, festes schwefelsaures Ammoniak in kleinen Krystallen fast quantitativ abscheidet. Ist der Alkohol zu wasserhaltig, so scheidet sich eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Ammoniak ab. In diesem Falle führt man in diese Lösung eine heiße gesättigte Lösung von schwefelsaurem Kali mit der Vorsicht ein, daß sie nicht mit dem Alkohol in Berührung kommt, es entsteht so eine Lösung von schwefelsaurem Kali-Ammoniak. Diese wird mit dem darüberstehendem Alkohol gemischt, wobei sich krystallinisches schwefelsaures Kali-Ammoniak abscheidet.

8) Hubert Grouven hat sich ein Patent auf Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak aus dem Stickstoff der Bruchmoore oder Grünlandmoore erworben (D. R.-P. 13718, Zusatz-Patent zu Nr. 2709). Das Verfahren besteht in folgendem. Die Retorten, 7 Meter lang, sind horizontal geordnet und werden mit dem Moore in 80 Millimeter hoher Schicht angefüllt. Den zur Veraschung nöthigen Wasserdampf liefert die Moormasse selbst. Der Wasserdampf aus einer frisch gefüllten Retorte muß sämmtliche anderen Retorten durchstreichen, ehe er den Ofen verläßt. In der 4. bis 8. Retorte findet die Wasserzersetzung, bezw. die Oxydation des Torfes statt. Die zuletzt von dem Wasserdampfe durchströmte Retorte hat immer die älteste Füllung. Jede Retorte kann durch geeignete Drosselklappen aus dem Zusammenhange mit den übrigen und dem gemeinsamen Sammelkasten gebracht werden. Jede Retorte ferner hat in der Hinterwand ein 20 Millimeter weites Loch, durch das die glühende Torfmasse umgerührt werden kann, ohne daß Luft eintritt. Die Temperatur in den Retorten wird mittelst Pyrometerkörnern (Legirung von Antimon-Kupfer) controlirt. Nachdem die Gase den Ammoniumofen passirt und im weiteren Verlauf der Fabrikation ihr Ammoniak entlassen haben, gelangen sie wieder im Einirofen zur Verbrennung. Die Menge derselben ist so groß, daß nur ein geringer Coaks-Zusatz nothwendig ist.

9) Von George Neilson Tucker in London liegt ein Verfahren, aus Bohrstickstoff und Wasserdampf Ammoniak herzustellen, vor (D. R.-P. 13392).

Holzkohle, Coaks oder eine zu verkohlende organische Substanz wird mit einer warmen Lösung von 10—12 Theilen Borsäure in 100 Theilen Wasser und einer äquivalenten Menge Alkali getränkt. Statt der Borsäure-

Lösung und Alkali ist auch eine Lösung von Borax und Alkali zu verwenden. Die so behandelte Kohle mischt man mit den Carbonaten der alkalischen Erden oder den Oxyden von Mangan, Antimon, Eisen, titanhaltigem Eisen, oder mit Kieselsäure, oder mit den Borverbindungen dieser Metalle. Dies so vorbereitete Material wird in Retorten bis zur Rothgluth erhitzt. Ist diese vorhanden, so läßt man stickstoffreiche Luft einströmen und nachdem sich Stickstoff mit dem reducirten Bor verbunden hat, Wasserdampf, welcher durch Kohle und Metall zersetzt, den zur Vereinigung mit dem Stickstoff nöthigen Wasserstoff liefert. Es kann auch Luft oder Stickstoff und Wasserdampf im Verhältniß von 3 Volumen Dampf auf 1 Volumen Stickstoff zugleich in die Retorte geführt werden. Die erhaltene Asche wird ausgelaugt, um wieder borsaures Alkali zu gewinnen, während die unlöslichen Rückstände wieder zum Ueberziehen der inprägnirten Kohlen dienen.

Die aus den Retorten sich entwickelnden Gase passiren ein Kalkmilch enthaltendes Gefäß, wo Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und theerartige Producte zurückgehalten werden. Um schwefelsaures Ammoniak zu erzeugen, bringt der Erfinder das Ammoniak mit kohlensäurehaltigen Verbrennungs-Produkten zusammen. Durch Digestion mit Gyps wird alsdann die Carbonatlösung in Sulfatlösung umgewandelt.

10) Die Gesellschaft L'Azote in Paris hat sich das folgende Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft und dem Wasserstoff des Wassers patentiren lassen (D. R.-P. 17070). Durch Verbrennung von Zink mit Hülfe von Luft und Wasserdampf wird zunächst reiner Wasserstoff und Stickstoff erzeugt, welche, und zwar zuerst Stickstoff, dann Wasserstoff, in mit titanisirtem Eisenschwamm gefüllten Retorten, die erhitzt, geleitet werden, wo sich das Ammoniak bildet. Das verwandelte Zinkoxyd wird für den neuen Gebrauch mit Kohle reducirt, das hierbei entweichende Kohlenoxydgas zu Kohlensäure verbrannt, welche sich mit dem Ammoniak verbindet.

Statt der Retorten können auch cylindrische Metallgefäße angewendet werden, welche einen Druck von 10—15 Atm. aushalten. Die Cylinder werden mit einer Mischung von platinisirter Kohle oder mit Bimstein gefüllt und der Stickstoff durch eine Druckpumpe unter 10 Atm. eingepumpt. Die porösen Körper absorbiren viel von dem Stickstoff, dann wird Wasserstoff eingepumpt, worauf die Vereinigung beider Elemente zu Ammoniak erfolgt.

11) Ein anderes Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak aus Stickstoff liegt von Ludwig Mond in Northwich vor (D. R.-P. 21175). Derselbe erhitzt kohlensauren Baryt und Kohle in einer Stickstoff-Atmosphäre und verwandelt dann das entstandene Cyanbarium durch Erhitzen im Wasserstoffstrome in Ammoniak und kohlensauren Baryt.

12) Wiederum ein anderes Verfahren, um Ammoniak aus Stickstoff zu gewinnen, hat sich Thomas B. Fogarts in Brooklyn patentiren lassen (Amerikanisches Patent). Ein Gemisch von Luft und Wasserdampf wird in einer geeigneten Ofenanlage über glühende Kohlen geleitet und dadurch ein Gemenge von Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff erzeugt, das der Weißgluth ausgesetzt wird, wobei Kohlenoxyd mit noch unzersetzten Wasserdämpfen unter Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff reagirt. Indem wieder in passenden Ofenconstructionen das Gasgemenge mit einem glühenden Gemische von gepulverter Kohle und Alkali in Berührung gebracht wird, entstehen Cyanverbindungen, die schließlich durch Wasserdampf unter Bildung von Ammoniak zersetzt werden.

18) W. A. Rowell gewinnt Ammoniak dadurch, daß während der Destillation von Kohle oder bituminösem Schiefer Wasserstoff durch die Retorten geleitet wird (Englisches Patent).

Specielle Beschreibungen der Apparate, welche die einzelnen Patentinhaber für ihr Verfahren construirt, haben wir nicht geben zu sollen geglaubt, da dieselben einerseits ohne Zeichnung häufig schwer zu bewerkstelligen und andererseits auch in den Rahmen des vorliegenden Werkes nicht passen würden.

Es liegen somit jetzt eine bedeutende Anzahl von Verfahren zur Gewinnung von Ammoniak aus gebundenem und freiem Stickstoff vor. Diese Verfahren haben sich die Erfinder patentiren lassen, ein Beweis dafür, wie sehr dieselben von der Vortrefflichkeit ihrer Erfindungen überzeugt sind, nichtsdestoweniger sind diese Verfahren bis jetzt noch nicht alle im Großen ausgeführt und es läßt sich deshalb ein Urtheil darüber, wie sie sich im Großen bewähren werden, heute noch nicht aussprechen.

Bis jetzt ist die Hauptquelle für die Darstellung des schwefelsauren Ammouiaks das Condensationswasser der Gasfabriken, dem sich die Gewinnung des Ammoniaks bei der Coaks-Darstellung in neuester Zeit angeschlossen hat.

Eine etwas nähere Beschreibung der Beschaffenheit des Condensationswassers der Steinkohlen-Gasfabriken wird daher hier nothwendig sein.

Das Condensations-Wasser ist eine sehr verdünnte, durch Theerbestandtheile braun gefärbte Flüssigkeit, welche kohlensaures Ammoniak, Schwefelammonium, Cyanammonium und freies Ammoniak enthält, während in den Waschwässern vorherrschend Rhodanammonium und unterschwefligsaures Ammoniak vorhanden ist.

Der Ammoniakgehalt des Gaswassers hängt von dem Stickstoffgehalt und der wechselnden Feuchtigkeit der Kohlen, sowie von der bei der Gasbereitung eingehaltenen Temperatur ab, ist daher kein constanter.

So fand Stöckhardt in dem Gaswasser aus Chemnitz 0,78 %; in dem einer größeren Ostseestadt 1,33 %; Gerlach in dem aus anderen sächs. Gasanstalten 0,777 %, aus Bonn (Ruhrkohlen) 1,498 % und aus der Gasanstalt Chemnitz (Zwickauer Kohlen) 0,999 % Stickstoff; im Pommritzer Laboratorium sind 0,56—0,62 % (Bautzen), 1,10 % (Görlitz) gefunden worden; Gaswässer aus Torfgas enthalten dagegen nur $^1/_6$—$^1/_7$ % Ammoniak.

Die Gewinnung des Ammoniaks aus den Gaswässern wurde anfänglich durch einfaches Abdampfen des mit Schwefelsäure versetzten Wassers bis zur Krystallisation bewerkstelligt, dann durch fractionirte Destillation mit Kalkzusatz, oder durch Austreibung des mit Hülfe von Kalk freigemachten Ammoniaks mittelst gespannter Wasserdämpfe, resp. eines heißen

Luftstromes u. s. w.; siehe auch p. 550. Enthalten die gewonnenen Krystalle von schwefelsaurem Ammoniak Rhodanammonium, so wird dieses nach P. Wagner durch vorsichtiges Rösten des Salzes zersetzt.

Das reine schwefelsaure Ammoniak besteht in 100 Theilen aus 60,60 Th. Schwefelsäure und 39,40 Ammoniumoxyd mit 21,21 % Stickstoff; das im Handel vorkommende, rohe Salz wird jetzt ebenfalls ziemlich rein geliefert.

Das schwefelsaure Ammoniak bildet farblose Krystalle des 2- und 2gliedrigen Systemes, zieht aus der Luft etwas Feuchtigkeit an, schmeckt scharf bitterlich und löst sich in 2 Th. kalten oder 1 Th. kochendem Wasser.

§ 278.

III. Das Rhodanammonium und die Pflanzen.

Die bisherige Betrachtung der Gewinnung des schwefelsauren Ammoniaks hat ergeben, daß bei dessen Darstellung hauptsächlich Gaswasser zur Verwendung kommt, in dem Rhodanammonium vorhanden sein kann. Das Rhodanammonium wird nun von einer Seite als ein gefährliches Gift für die Pflanze hingestellt, während dies von anderer Seite nicht gefunden worden ist, weshalb hier eine kurze Besprechung der vorliegenden Versuche nothwendig ist.

Auf die große Gefährlichkeit des Rhodanammoniums machte zuerst C. Schumann aufmerksam; derselbe fand in einem aus England bezogenen schwefelsauren Ammoniak 30,4 % Stickstoff, was darauf hinwies, daß in dem Salze der Stickstoff nicht allein in Form von Ammoniak vorhanden sein konnte. Die nähere Untersuchung ergab dann die Zusammensetzung wie folgt:

Wasser	4,86
schwefelsaures Ammoniak	14,87
Rhodanammonium . .	73,94
in Wasser unlöslich . .	6,23
	99,90

Dieser hohe Gehalt an Rhodanammonium veranlaßte Schumann, einen Versuch zur Feststellung der Wirkung dieses Salzes zu machen. Er wählte dazu eine in der Nähe der Fabrik gelegene Wiese, von welcher ein Theil mit dem Salze gedüngt wurde. Die Düngung war 1 Ctr. pro Morgen. Die Wirkung war eine sehr ungünstige. Die Spitzen der Gräser und bald die ganzen Pflanzen wurden gelb und starben letztere nach einiger Zeit gänzlich ab. Die Pflanzen schlugen zwar wieder aus, wurden aber nicht so kräftig wie früher und der erste Schnitt war voll verloren. Ein Versuch zu Kartoffeln mit einem aus dem obigen Salze dargestellten Ammoniak-Superphosphate, das 25 % davon enthielt, zeigte auch hier sehr nachtheilige Wirkungen, indem $^2/_3$ der Ernte verloren gingen.

P. Wagner beschreibt die Wirkung, welche ein Rhodanammonium enthaltendes Ammoniak-Superphosphat auf Gerste ausgeübt hat. Auf

dem Rüdigheimer Hofe bei Hanau hatte der Pächter Schuppius zwei neben einander liegende Felder mit je 100 Kilo Ammoniak-Superphosphat pro Hectar zu Gerste gedüngt und auf den beiden Feldern merkwürdig verschiedene Wirkungen des Düngers zu beobachten. Während auf dem einen die Pflanzen von Anfang an sich vortrefflich entwickelten, ging auf dem anderen die Gerste sehr spärlich und ungleichmäßig auf. Die Keime waren schlaff und braungelb, an der Spitze auseinander gespalten, gekrümmt und zum Theil um das Korn herumgewunden. Die Wurzeln waren schlaff und braun. Bei der weiteren nur kümmerlich verlaufenden Entwickelung der Pflanzen zeigten dieselben gelbweiße Färbung und wurden bleichsüchtig, kurz, das ganze Feld hatte einen äußerst kümmerlichen Bestand. Die specielle von Wagner geführte Untersuchung zeigte nun, daß das Ammoniak-Superphosphat, welches zu dem letzteren Felde benutzt worden war, einen bedeutenden Gehalt an Rhodanammonium hatte. Versuche im Kleinen zu Gerste mit dem Fabrikate ergaben Wagner dieselben Resultate, wie sie im Großen beobachtet worden waren. Es war somit der äußerst nachtheilige Einfluß des Rhodanammoiums auf Gerste festgestellt.

Diesen Versuchs-Resultaten stehen neuere von Maercker gegenüber, welche dieselben nicht bestätigen. Maercker fand, daß 1 % Rhodanammonium-Gehalt unschädlich sei (bei was für Pflanzen dasselbe verwendet, ist nicht angegeben), ja, daß reines Rhodanammonium bei Hafer in Stärke von 100 Kilogr. verwendet, keinen Schaden hervorgebracht habe. Der Verfasser hat ebenfalls einen nachtheiligen Einfluß von Rhodanammonium auf Grasland nicht beobachten können.

Aus diesen differirenden Versuchsergebnissen läßt sich wohl nur dahin ein Schluß ziehen, daß die Wirkung des Rhodanammoniums auf die verschiedenen Pflanzen eine differirende ist, daß dasselbe für einige Pflanzen, zu denen die Gerste und die Kartoffel gehören, ein Gift ist, während wieder andere es ohne nachtheilige Wirkung vertragen, wie der Hafer. Ob auch die Witterungs-Verhältnisse gleich nach der Düngung eine Rolle spielen, ist bis jetzt noch nicht festgestellt.*)

Fest steht aber hiernach, daß Vorsicht bei der Verwendung rhodanammoniumhaltiger Düngemittel bis jetzt noch durchaus geboten ist.**)

---

*) Daß Pflanzengifte nicht allen Pflanzen gleich schädlich sind, dafür hat der Verfasser für das Eisenoxydul einen schlagenden Beweis. Auf einem Feldstück, das feucht und 1 % Eisenoxydul enthielt, verkümmerten Runkelrüben total, während Kraut und Kohlrabi keine nachtheiligen Einflüsse desselben zeigten. Klee, Raps und Weizen waren wie die Runkelrüben äußerst geschädigt worden.

**) Rhodanammonium kann in Ammoniak-Superphosphaten nach dem in England erfundenen Verfahren, das Leuchtgas über Superphosphat streichen zu lassen, um so das Ammoniak zu gewinnen, sehr leicht vorkommen. Bei diesem Verfahren wird das Ammoniak voll gebunden, so daß ein Düngemittel resultirt, das an Ammoniak reich ist, aber auch gewisse Mengen Rhodanammonium enthält.

Anhang.

§ 279.

Rohammoniak.

Unter dem Namen Rohammoniak kommt ein Nebenproduct der Leuchtgasfabrikation auf den Markt, das eine grünliche, pulverförmige, ziemlich trockne Masse darstellt und den Geruch der theerartigen Producte dieser Fabrikation in ziemlich hohem Grade besitzt. Dies Product besteht zum größten Theil nach Maercker aus der zum Reinigen des Leuchtgases benutzten „Laming'schen Masse."

Die Laming'sche Masse ist ein Gemenge von Kalk, Eisenvitriol und Sägespänen. Die Untersuchung von Rohammoniak ergab nach Maercker die folgende Zusammensetzung:

Wasser	8,7	
Schwefelsaures Ammoniak . . .	17,8	= 5,8 % Stickstoff
Schwefelsaures Eisenoxydul . .	15,6	
Unlöslich stickstoffhaltige Verbindungen, Eisencyan rc. . . .	5,4	= 1,8 „ „
Schwefel	10,7	
In Alkohol, Aether löslich (Sulfocyanverbindungen)	1,2	
Eisenoxydul und Schwefeleisen .	22,3	
Kalk, organ. Substanzen . . .	14,8	
Sand, Thon	3,5	
	100,0	= 7,1 % Stickstoff

Aus den Analysen-Ergebnissen geht hervor, daß dies Rohammoniak weniger wegen der Cyanverbindungen als wegen des hohen Gehaltes an Eisenoxydul für die Vegetation entschieden nachtheilig ist, so daß dasselbe direct nicht angewendet werden darf. Compostirung kann dasselbe dagegen wohl zur Düngung verwendbar machen.

§ 280.

b) Düngungsversuche mit schwefelsaurem Ammoniak.

Die Wirkung des schwefelsauren Ammoniaks, welche wir bereits oben erklärt haben, möge noch durch die folgenden von Schattenmann u. Anderen mitgetheilten Versuche illustrirt werden.

Diese Versuche, ausgeführt von dem Baron von Gail, wurden mit Weizen, Roggen, Hafer und auf Wiesen angestellt.

1. Weizen. Boden: eisenhaltiger Thonboden; Stärke der Düngung 100 Kilogr. pro Hectare.

Ernte:

Gedüngt:	1666 Liter Körner von	1300 Kilogr. Gewicht u.	5066 Kil. Stroh	
Ungedüngt:	1041 „ „ „	770 „ „ „	3333 „ „	
somit mehr:	625 „ „ „	530 „ „ „	1733 „ „	

Den Geldwerth der Ernte des gedüngten Feldes berechnet Schattenmann zu 471 Fr.; den des ungedüngten zu 341 Fr. 66 Ct., so daß das Mehr des Gedüngten über das Ungedüngte einen Geldwerth von 129 Fr. 24 Ct. hatte und somit die Kosten der Düngung fast um das dreifache überstieg.

2. Roggen. Boden: eisenhaltiger, thoniger Sandboden mit undurchlassendem Untergrunde; Düngung: 100 Kilogr. pro Hectare.

Ernte:

Gedüngt:	3308 Lit. Roggen von	2475 Kilogr. Gewicht u.	11900 Kil. Stroh
Ungedüngt:	2333 „ „ „	1750 „ „ „	8000 „ „
Mehr:	975 „ „ „	725 „ „ „	3900 „ „

Geldwerth des Ertrages von gedüngtem Feld	841 Fr.	8 Ct.
„ „ „ „ ungedüngtem	623 „	33 „
somit „ „ erzielten Plus	217 „	55 „

3. Hafer. Boden und Düngung wie bei 2.

Ernte:

Gedüngt:	5480 Lit. Körner von	2740 Kilogr. Gewicht u.	4700 Kilogr. Stroh
Ungedüngt:	4200 „ „ „	2100 „ „ „	3600 „ „
	1280 „ „ „	640 „ „ „	1100 „ „

Geldwerth des Ertrages vom gedüngten Stücke	459 Fr.	80 Ct.
„ „ „ „ ungedüngten	402 „	— „
somit „ „ „ „ erzielten Plus	57 Fr.	80 Ct.

4. Wiesen. Düngung: 100 Kilogr. pro Hectare.

Ernte:

Gedüngt:	5500 Kilogr. Heu mit einem Geldwerthe von	265 Fr.
Ungedüngt:	3700 „ „ „ „ „ „	178 „
Plus.	1800 „ „ „ „ „ „	87 Fr.

Weiter mögen hier die folgenden Versuche des Verfassers Platz finden. Diese Versuche sind auf dem p. 544 durch Analyse gekennzeichneten Boden während 10 Jahre durchgeführt worden. Die Parzellen waren allerdings, weil die Versuche nach allen Richtungen hin streng wissenschaftlich durchgeführt werden sollten, nicht groß, sondern umfaßten nur 1 sächs. □Ruthe (= 18,04 □M.). Dafür war die Erde der Parzellen aber so gleichmäßig durch Mischung gemacht worden, wie dies bei Feldversuchen nie der Fall ist. Die Versuche wurden 1868 begonnen, in welchem Jahre, da es sich um rohen Untergrundsboden handelte, bei dem die Frage: wie derselbe fruchtbar zu machen sei, erörtert werden sollte, die betr. Parzellen zwar gedüngt, aber nicht bestellt, sondern nur 4 mal gegraben wurden und dauerten bis 1878.

Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Tabelle.

Jahr	Frucht	Ungedüngt			Gedüngt mit schwefelsaurem Ammoniak		
		Körner resp. Knollen Grm.	Stroh, Spreu, Ueberkehr resp. Kraut Grm.	Gesammt-Ernte Grm.	Körner resp. Knollen Grm.	Stroh, Spreu, Ueberkehr resp. Kraut Grm.	Gesammt-Ernte Grm.
1869	Hafer	820	2090	2910	3090	5885	8975
1870	Hafer	89	320	409	89	322	411
1871	Hafer	167	523	690	5267	9185	14452
1872	Wicken	1666	6391	8057	2233	7214	9447
1873	Roggen	825	2525	3350	4297,5	13522,5	17820
1874	Klee	—	—	20510,7	—	—	584,2
1875	Roggen	1220	2917	4137	1190	2643	3833
1876	Erbsen	4220	7000	11220	2035	6700	8735
1877	Roggen	970	1902	2872	8380	10608	18988
1878	Kartoffel	9730	460	10190	34360	2300	36660

In den 10 Jahren ist 1868, 1871, 1872, 1873, 1876, 1877 und 1878 gedüngt worden, die Stärke der Düngung betrug 1 Kilo schwefelsaures Ammoniak. Diese Versuche zeigen außerordentlich scharf die düngende Wirkung dieses Salzes bei Halmfrüchten und Kartoffeln, thuen aber ebenso scharf dar, daß die Leguminosen eine derartige Düngung nicht nothwendig haben und daß sie für dieselbe durchaus nicht dankbar sind. Aufmerksam mag hier ferner noch auf die Resultate des Jahres 1869 gemacht werden, in welchem Jahre die Wirkung des 1868 gegebenen schwefelsauren Ammoniaks noch sehr schön sichtbar war, was beweist, daß das Ammoniak nicht, wie oft behauptet, nur für 1 Jahr wirksam ist.

Die folgenden Versuche des **Verfassers** mögen weiter hier noch Platz finden, da sie vor allem einen Beitrag zur Frage der Stärke der Stickstoffdüngung zu geben im Stande sind.

1. Versuch mit Hafer.

Die zu diesem Versuche dienenden 3 Parzellen in Größe eines $^1/_4$ Hectar erhielten 20 Ⱥ löslicher Phosphorsäure und hierzu die zweite noch 4 Ⱥ und die dritte 8 Ⱥ Stickstoff in Ammoniakform. Vorfrucht war Kartoffel, zu der mit Stallmist — 176 Ctr. pro $^1/_4$ Hectar — gedüngt war. Boden: Granitverwitterungsboden.

Die Ernte-Resultate sind die folgenden:

	Körner	Stroh, Spreu und Ueberkehr	Gesammt-Ernte	Mehr als ohne Stickstoff		
				Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte
	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.
I. 20 ℔ lösl. Phosphorsäure	559,91	850,42	1410,33	—	—	—
II. 20 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 4 ℔ Stickstoff	653,48	979,23	1632,71	93,57	128,81	222,38
III. 20 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 8 ℔ Stickstoff	676,28	1000,42	1676,70	116,37	150,00	266,37

2. Versuch mit Hafer.

Die zu diesem Versuche dienenden 3 Parzellen hatten die Größe von je $^3/_{10}$ Hectar; Stärke der Düngung wie oben; Vorfrucht Kartoffel, gedüngt mit 10 Fuder Stallmist pro sächs. Acker. Boden: mittelschwerer Lehm.

Die Ernte-Resultate sind die folgenden.

	Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte	Mehr als ohne Stickstoff		
				Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte
	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.
I. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure	366,43	1064,20	1430,63	—	—	—
II. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 4,8 ℔ Stickstoff	653,52	1288,90	1942,42	287,09	224,70	511,79
III. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 9,6 ℔ Stickstoff	821,04	1463,71	2284,75	454,61	399,51	854,12

3. Versuch mit Roggen 1878/79.

Die zu dem Versuche benutzten 3 Parzellen à $^1/_4$ Hectar hatten 1878 Wickhafer (Knochenmehl), 1877 Hafer und 1876 Kartoffeln mit Stallmist — 170,8 Ctr. — getragen; dieselben wurden je mit 1 Ctr. Knochenmehl, welches auf die Stoppel gestreut und am 3. September untergepflügt wurde, gedüngt. Alle anderen Angaben enthält die Tabelle p. 561.

Diese Versuche bestätigen einerseits die sehr günstige Wirkung des Ammoniak-Stickstoffs zunächst bei mittelschweren Böden, thuen aber andererseits auch dar, daß die Zufuhr des

	Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte	Mehr als ohne Stickstoff		
				Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte
	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.
I. 10 ℔ lösl. Phosphorsäure	536,75	960,10	1496,85	—	—	—
II. 10 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 4 ℔ Stickstoff	635,65	1084,15	1719,80	98,90	124,05	222,95
III. 10 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 8 ℔ Stickstoff	652,65	1142,60	1795,25	115,90	182,50	298,40

Stickstoffes sich innerhalb gewisser Grenzen zu halten hat. 4 ℔ Stickstoff pro 1/4 Hectar haben sich bei allen Versuchen sehr bezahlt gemacht, nicht aber 8 ℔, wenn dieselben auch bei allen 3 noch ein Mehr hervorgebracht haben. Eine Steigerung der Ernte in der Art, daß die Kosten der Düngung mehr als gedeckt worden sind, zeigt nur der Hafer-Versuch II.

§ 281.

III. Salpetersaure Salze.

a) Geschichtliches

Die Verwendung des Salpeters zur Düngung soll zuerst von den Bauern um Mantua erfolgt sein. In England benutzte Sir J. Digby zu Zeiten Karl I. den Salpeter zuerst zur Düngung, und zwar wandte er ihn in schwacher Lösung zu Gerste mit sehr gutem Erfolge an; unter Karl II. wurde er dann von Evelyn zur Kopfdüngung empfohlen (8 ℔ in 15 Gall. Wasser gelöst und mit Erde vermischt); aber trotzdem erwarb sich diese Düngung noch keine Freunde. Erst 1825 bis 29 wurden wieder neue Versuche angestellt, welche von sehr günstigen Wirkungen begleitet waren; leider aber war der Preis des Salpeters zu hoch, als daß eine allgemeine Anwendung hätte stattfinden können. Da wurde das bedeutende Lager von salpetersaurem Natron in Chili entdeckt, über welches Bollaert die erste genaue Beschreibung machte und bereits 1820 die erste Ladung nach England sandte; aber auch dieser fand zunächst keine Anwendung, da auch sein Preis zu hoch war. 1830 kam wieder eine Ladung nach England, die aber des hohen Preises wegen ebenfalls keine Käufer fand. Darauf wurde im folgenden Jahre der Preis auf 35 Pfd. Sterl. pro Ton ermäßigt (1 Zollcentner zu 34 Mark 78 Pfennig) und von jetzt an stieg die Nachfrage nach dem Natronsalpeter, der auch die Namen Chili-

salpeter und cubischer Salpeter (von seiner Krystallform) führt, in dem Maße, daß, während 1830 der Export mit 18700 Centner begann, derselbe 1840 schon auf 227362 Ctr., 1850 auf 511845 Ctr. und 1858 1,220240 Ctr. gestiegen war. (Bollaert.) 1850 war der Preis pro Ton bereits auf 17—16 Pfd. Sterl. (der Zollcentner 16 Mark 90 Pfg. bis 15 Mark 91 Pfg.) gefallen. Von 1859 an werden jährlich über 1,400000 Ctr. exportirt.

§ 282.

b) Vorkommen, Gewinnung- und Entstehungsart des Chilisalpeters.

Einem Vortrage von H. Gruner im Klub der Landwirthe entnehme ich über das Vorkommen, die geologischen Verhältnisse, die Technik der Gewinnung u. s. w. folgendes.

Der Strich Landes, in welchem die Salpeterlager eine fast ununterbrochene Zone bilden, liegt an der Westküste von Süd-Amerika zwischen dem 18 und 27° südl. Breite und erstreckt sich von Arica an durch den südlichen Theil von Peru, der bolivianischen und einem Theil der chilenischen Küste entlang bis Copiapo.

Dies ganze über 500 Meilen lange Küstengebiet gehört zu den unfruchtbarsten Theilen der ganzen Erde; es erscheint von jeder Vegetation entblößt und von aller Thierwelt verlassen; selbst in den daran stoßenden Districten findet sich nur eine Akazienart, Algaroba genannt, und ist sonst nur an den unmittelbaren Ufern der wenigen kleinen Flüsse einiges Pflanzenleben. Trotzdem ist die Bodenbeschaffenheit — mit Ausnahme der Provinz Tarapaca — eine solche, daß sie wohl eine kräftige Vegetation erzeugen könnte, wenn nicht jegliche Bewässerung fehlen würde. Zwischen dem 23,5° und 26° südl. Breite herrscht an jener Küste absoluter Regenmangel und bildet hierfür den einzigen geringen Ersatz dichter Nebel; auch die angrenzenden Terrains haben im Jahre nur wenig Regen, weshalb die Flüßchen allein auf die von den Cordilleren herabkommenden Schneeschmelzwässer angewiesen sind. Im Winter zeigt der Thermometer in der Höhe des Meeresspiegels selten weniger als 10° C., in 300 Meter Höhe jedoch oft —8° C., dabei ist der Himmel stets unbewölkt und es herrscht am Tage öfters größere Hitze als selbst im Sommer. Die Küste von Arica bis Mejillones wird fast ausschließlich von einer stattlichen Front steiler und besonders nach dem Meere zu schief abfallender 300—1000 Meter hoher Berge gebildet, durch deren tiefe und enge Schluchten bis vor Kurzem die einzige Verbindung mit den Hafenstädten war. In neuester Zeit sind mehrere Schienenstraßen allerdings unter Ueberwindung großer Schwierigkeiten erbaut, welche jetzt die Salpeterdistricte mit den Hafenstädten verbinden.

Zuweilen tritt der Bergzug etwas von der Küste zurück, so daß zwischen demselben und der Küste ein schmaler, steiler, sehr sandiger Landstreifen vorhanden ist. An einer solchen Sandwüste von ca. 2 engl. Meilen

Breite und 6 Meilen Länge liegt auf einer Insel die Stadt Iquique mit dem Haupthafen der Provinz Tarapaca.

Oestlich von der Bergkette hat das Land auf eine Entfernung von etwa 30 Meilen in directer Linie an der Küste eine eigenartige Bodenfiguration: zahlreich regellos gruppirte Berge und Hügel schließen mehr oder minder weite Thäler, Becken oder Buchten mit voll horizontaler Bodenfläche ein und in diesen gelangte der Salpeter zur Ablagerung und sind hier in einer 2—5 Meilen breiten Zone die reichsten und mächtigsten Salpeterlager des ganzen Küstenstriches.

Die bolivianischen und chilenischen Salpeterfelder übertreffen die peruanischen an Breite wenigstens um das fünffache, haben aber ein noch ungünstigeres Klima als diese, da zwischen dem 23,5 und 26° südl. Breite kein Regen fällt.

Von Arica bis weit nach Chili hinein besteht der ganze 300—1000 Meter hoch gelegene bis an die Cordilleren reichende Küstenstrich aus Kalksteinen, Thonsteinen und bituminösen Schiefern, welche der oberen Juraformation angehören, vielfach aber von Porphyren, Dioriten, Melaphyren und Trachyten durchragt werden und mit denen Tuffe, Conglomerate und Breccien in enge Verbindung treten.

In Peru befindet sich das Salpetergestein — Caliche genannt — in den erwähnten muldenförmigen Vertiefungen in 2 Conglomeratschichten eingebettet, auf die nach oben Sand, nach unten Thon und Letten folgen.

Das Liegende des Caliche bildet in der Provinz Tarapaca eine bis ziemlich hoch an die Gehänge hinauf reichende, außerordentlich zähe, eisenschüssige 0,25—0,50 Meter, in Terrainfalten aber mehrere Meter mächtige Thon- und Lettenschicht — cova genannt —.

Das darauf folgende Conglomerat besteht in der Hauptsache aus einem mit Kochsalz vermengten und mit Gesteintrümmern aller Art durchsetzten, sehr harten, braun gefärbten, kalkhaltigen 0,75—1,5 Meter mächtigen Thon und eisenschüssigen Letten — conjelo genannt —, wird aber an manchen Punkten durch festes, weißes, krystallinisches Kochsalz vertreten. Die 3. Schicht, das Rohsalpetergestein, zeigt seinem Äußern nach große Mannigfaltigkeit, doch werden in Peru gewöhnlich nur 2 Hauptsorten unterschieden, der sogen. „macizo" und der „porozo". Ersterer ist hart, dicht, weiß- oder farblos, durchsichtig, bläulich oder violett geadert, gelblich bis schwefelgelb und nimmt mehr die tiefer liegenden Ebenen ein, letzterer dagegen porös, sandig, grobkörnig mit Sandschnüren oder kalkigen und erdigen Theilen vermengt, in allen Nüancen braun oder selbst schwarz gefärbt und lagert mehr auf den Höhen und an den Abhängen; bisweilen findet sich jedoch auch der „porozo" in den Ebenen und der „macizo" an den Abhängen und zwar besonders in den südlichen peruanischen Fundstätten.

Der Gehalt an salpetersaurem Natron variirt bei den verschiedenen Caliche-Sorten zwischen 20—75%, das Uebrige besteht in der Hauptsache aus Kochsalz und zu einem kleinen Theile aus Jod- und Bromnatrium, salpetersaurem Kali und Magnesia, schwefelsaurem Kali und Natron, Chlormagnesium, Gyps, kohlensaurem Kalk, Sand, erdigen Theilen und Wasser. In Stücken eines Rohsalpeters fand Dr. Gilbert 0,18% Wasser, 62,28% salpetersaures Natron, 28,30% Chlornatrium, 2,27% Sulphate, dann 0,028% Jod in Form von Jodsäure und eine Spur Kaliumchromat, der die gelbe Färbung bedingte. Auch Guyard beobachtete Kaliumchromat und in den violetten Stücken Mangannitrat.

Die Caliche-Lager ziehen sich mehr den Anhöhen entlang und bilden hier Schichten von 0,3—0,4 Meter Mächtigkeit; nach dem Innern der Mulden zu erweisen sie sich wohl konstanter und gehaltreicher, aber von geringerer Mächtigkeit. Die oberste Decke des Caliche-Lagers besteht aus einem aschgrauen, 2—10 Meter starken, ungleich vertheilten, mit kleinen Geröllen von Porphyr und Quarz vermengtem Sande, den aber thonige und kalkige Substanzen, geringe Mengen von schwefelsaurem Natron und Kalk, sowie Chlornatrium derart festigen, daß das daraus hervorgegangene Gestein als Baumaterial verwendet werden kann. Häufig bilden diese Salze auch in den vertieften Stellen der Sanddecke dicke schneeweiße Efflorescenzen. Wie hieraus hervorgeht, gewähren die Salpeterlagerstätten einen trostlosen Anblick.

In den verschiedenen Districten läßt jedoch die Caliche-Formation nicht immer das angegebene Profil erkennen; bisweilen fehlen die hängenden Schichten und die Caliche-Formation tritt unmittelbar zu Tage, oder sie wird nur von Kochsalz bedeckt, auch fehlen die liegenden Schichten und der Caliche lagert direct auf dem Urgebirge oder ihn trennt dann nur eine dünne Kalk- und Sandschicht, oder ein mit Muschel- und Pflanzenresten erfüllter Sand.

Bisweilen füllt der Guano Spalten und Klüfte im Caliche aus oder bildet darin kleine Bänke, ebenso werden darin Cadaver von Möven und anderen Seevögeln, wie auch Nester gefunden.

Die 1873 in Bolivia bekannt gewordenen und von Langbein beschriebenen Fundorte sind etwa 130 Kilometer südöstlich vom Hafen Antofagasta in Höhen von 500, 1200 und 1500 Meter über dem Meere; ihr Salpetergehalt beträgt aber nur 20—40 %, die Mächtigkeit 30—40 Centimeter und wenn sich diese erhöht, vermindert sich in der Regel der Gehalt an Salpeter.

Die oberen Schichten besaßen wahrscheinlich ursprünglich einen weit höheren Salpetergehalt; die von den Cordilleren herabrinnenden Schneeschmelz- und Regenwässer laugten ihn aber allmählich aus und gaben die Veranlassung zu secundären Ablagerungen. Für diese Auffassung spricht in's Besondere ein altes Flußbett, welches sich von den Pampas von Salinas — 120 Kilometer von der Küste entfernt — nach dem westlichen Theile des Hochplateaus bis auf 24 Kilometer Entfernung an der See verfolgen läßt, ebenso auch eigenthümliche trichterförmige Vertiefungen und Schlote in der obersten den Caliche bedeckenden Schicht, die nur die mechanische Wirkung des Wassers hervorzubringen vermochte. Das von den Salinas herabkommende mit Salpeter angereicherte Wasser sammelte sich in 500 Meter Höhe in einer Einsenkung dicht an der Küste, woselbst es verdampfte und späterhin mehrere Centimeter hoch mit Flugsand bedeckt wurde. Die unter dem Namen „Salar del Carmen" bekannten Salpeterlager verdanken ihre Entstehung analogen Vorgängen.

Die im Jahre 1876 entdeckten Salpeterlager in Chili verhalten sich hinsichtlich ihrer Entstehung, Mächtigkeit und des Salpetergehaltes analog den oben beschriebenen bolivianischen. Am meisten geschätzt werden die zwischen Taltal und Paposo vorkommenden Lager, die bei einer Mächtigkeit von 50 Centimeter mindestens 32 % Salpeter enthalten, ferner die Terrains bei Patillos, südlich von Iquique, und bei Tocopilla im ehemaligen Bolivia.

Ueber die Gewinnungsart des Chilisalpeters giebt Gruner folgendes an.*)

Zunächst wird vom Bohrheuer bis zur Sohle des Caliche ein kleiner, sich nach unten allmählich erweiternder Schacht gegraben, dem er in der sogen. cova, der fünften Schicht, eine kleine Kammer, taza genannt, zur Aufnahme des Sprengpulvers anfügt. Nach erfolgter Füllung der Taza und Entzündung des Pulvers ist je nach der Tiefe des Lagers ein Terrain von 20—30 Meter im Durchmesser aufgelockert, wozu bei flachen Lagern 150—200, bei tieferen 500—750 Kilogramm Sprengpulver erforderlich sind. Nach der Sprengung beginnt die Förderung und Sonderung der verschiedenwerthigen Stücke mittelst Fäustel und kleiner Sprengarbeit. Die Verarbeitung der Rohwaare erfolgt in den Siedereien, sogen. Officinen, welche möglichst in der Nähe der Salpeterfelder liegen und nicht in zu großer Tiefe Wasser haben müssen. Der Caliche wird auf 2rädrigen mit Maulthieren bespannten Wagen heran gefahren und auf einer schiefen Ebene entleert, an deren Basis eine Brechmaschine das sich herunterschiebende Material zerkleinert. Von hier wird es auf eisernen durchlöcherten Karren in die Siedräume geschafft, die gewöhnlich 6 Karren fassen. Nachdem diese bis zu $^3/_4$ ihrer Höhe mit Mutterlauge gefüllt sind, bringt man den Inhalt durch indirecten Dampf mittelst Condensatoren und überhitzter Luft, welche durch Siemens'sche oder Körting'sche Dampfstrahlgebläse injicirt wird, auf Siedetemperatur und erhält ihn darin so lange, bis die Laugen auf 108—112° angereichert sind. Diese läßt man dann ablaufen und deckt die Rückstände nochmals mit Mutterlauge, wodurch eine Lauge von 98—100° erzielt wird, die, mit der ersteren vereinigt, den Klärungsprozeß durchmacht. Die Rückstände werden dann noch einige Zeit mit heißem Brunnenwasser behandelt, wodurch eine 76—80 gradige, zur Completirung der Verluste durch Leckage, Verdunstung ꝛc. dienenden Lösung resultirt. Hierauf werden die Karren mittelst Dampfwinden herausgeholt, auf eine Brücke geschoben und nach dem Oeffnen der Bodenklappen die Rückstände in darunter stehende Wagen fallen gelassen. Die Laugen werden in eiserne Reservoire abgelassen, wo sie zu ihrer Klärung einige Zeit der Ruhe bedürfen.

Von hier gelangt die Lauge in die Krystallisirpfannen. Der auskrystallisirte Salpeter wird in der Mitte der Pfannen aufgehäufelt und, um möglichst vollständig abzutropfen, auf schräg liegende durchlöcherte Ebenen und von hier in die Lagerräume gebracht, wo der tropischen Sonne der Rest des Trockenprocesses überlassen bleibt. Der beim Kochen des Materials entwickelte Dampf dient nach der Condensation noch als Speisewasser für die Dampfkessel und zum Vorwärmen der Mutterlauge und des Waschwassers. Die von den Krystallisirpfannen abgelassenen Laugen finden ebenfalls noch weitere Verwendung, indem sie in hochgelegene Reservoire gepumpt werden, um den Proceß von Neuem durchzumachen.

Je nach der Reinigungsmethode enthält der raffinirte Salpeter 89—96% salpetersaures Natron. Die Productionskosten, die sich nach der Mächtigkeit des Lagers und der mehr oder weniger rationellen Aufarbeitung des Rohmaterials richten, schwanken zwischen 2 ℳ 60 ₰ und 5 ℳ 80 ₰ pro 50 Klgr.

*) Verfahren in der Officina San Juan, deren Besitzer J. Matth. Gildemeister in Bremen ist.

Neuerdings findet in La Noria, La Yerba und hauptsächlich in Antofagasta noch eine Gewinnung von Jod aus den Mutterlaugen statt, welche im Liter zwischen 2,3—4,8 Grm. enthalten.

Im Jahre 1879 existirten 36 Raffinerien mit Dampfbetrieb, deren jede täglich zwischen 400 und 2500 Ctr. producirte; in den letzten Jahren sind dieselben noch um einige große vermehrt worden.

Die Gesammtausfuhr erreichte im Jahre 1882 eine nie gekannte Höhe und bezifferte sich in spanischen Quintals (à 46 Klgr.), wie folgt.

Nach England und dem Continent . .	9,108800	Qts.
„ dem Mittelmeere	153120	„
„ den Antillen	24528	„
„ den östlichen Vereinigten Staaten	1,275593	„
„ Californien	178925	„
	10,740966	Qts.

= 499,084436 Klgr.

Nach dem deutschen Zollverein betrug:

	Die Einfuhr	Ausfuhr
1881	899497 Doppelctnr.,	9173 Doppelctnr.
1882	1,269184 „	21363 „

Während früher die peruanische Regierung die sämmtlichen Salpeterlager an Private verkaufte, wurde durch Congreßdecret vom 12. Juli 1873 beschlossen, vom 1. September d. J. an zu monopolisiren und die Fabrikation auf $4^1/_2$ Millionen zu beschränken. Auf Grund einer 1875 beendeten Schätzung übernahm die Regierung sämmtliche Fabriken und Ländereien in der Höhe von 78 Millionen Mark, indem sie den Eigenthümern in 8% Bons Gewähr leistete, die spätestens in zwei Jahren eingelöst werden sollten. Bald indeß konnte die Regierung die Anleihe nicht mehr aufbringen, so daß mehrere große Häuser ihre Fabriken nur gegen Baarzahluug abtreten, bis dahin aber für die Regierung zu einem bestimmten Preise liefern wollten, weil der Export in Folge des erhöhten Zolles — 4 ℳ 50 ₰ pro 100 Klgr. — auf eigne Gefahr eine precäre Sache war. Diese Manipulation brachte der Regierung wenig Glück: sie machte schlechte Geschäfte und gleichzeitig brachen wegen der auf die Hälfte reduzirten Production in Tarapaca Unruhen unter den Arbeitern (Chilenen) aus, was mit Ursache des Krieges zwischen Chile und Peru war. Nach der Einnahme von Tarapaca stellte die chilenische Regierung die vor dem Monopol bestehenden Verhältnisse wieder her, eins blieb aber und zwar der hohe Zoll von 4 ℳ 80 ₰ auf 100 Klgr.

Was die Salpeter-Vorräthe anbetrifft, so können die in Peru, die jetzige hohe Production vorausgesetzt, noch wohl 25—30 Jahre und die in Bolivia und Chili ca. 70—80 Jahre den Bedarf decken.

Ueber die Art der Entstehung der großen Salpeterlager sind die Ansichten verschieden.

Thiercelin und Andere hielten große Guanolager, welche in der Vorzeit die Ufer großer Natron-Seen bedeckten, dann überfluthet und mit Erde und Geröllmassen überlagert wurden, wobei der Stickstoff des Guano's durch Oxydation in Salpetersäure übergeführt und an Natron gebunden wurde, für die Ursache der Bildung des Salpeters. Für diese Ansicht spricht die Thatsache, daß in dem Caliche guanoartige Massen gefunden werden. Dagegen läßt sich aber mit vielem Grund anführen, woher es kommt, daß nur der leicht lösliche Natronsalpeter restirte, während das

schwerlösliche Kalkphosphat des Guano's verschwunden sei? Ist das Fehlen des Kalkphosphates schon ein schwerwiegender Grund gegen diese Ansicht, so kommt noch hinzu, daß Vetter bei genauer Untersuchung der Guanoreste im Caliche gefunden hat, daß dieselben erst nach der Bildung des Salpeterlagers in dieses gelangten, denn stets konnten Spalten nachgewiesen werden, durch welche die Reste und Excremente der Vögel 2c. eingedrungen waren. Ferner war es Vetter nicht möglich, eine Stelle zu finden, an der ein allmählicher Uebergang von Guano in Salpeter hätte beobachtet werden können. Aus dem Angeführten geht daher wohl mit Sicherheit hervor, daß Guanolager die Ursache der Entstehung der Salpeterlager nicht gewesen sein können.

Anders steht es dagegen mit der Theorie von Forbes, die von Nöllner und Langbein vervollständigt ist, wonach die Entstehung der Salpeterlager sich wie folgt erklärt.

Die oben beschriebene Structur des Küstengebirges läßt wohl annehmen, daß die lange Reihe weiter Becken und Buchten Lagunen dargestellt haben können, die in tieferer Lage mit dem Meere durch mehr oder minder weite natürliche Kanäle in Verbindung standen und periodisch damit wieder in Verbindung traten. Hierdurch war es ermöglicht, daß bei der Verdunstung durch die tropische Sonne diese Lagunen wieder von Neuem mit frischem Seewasser versorgt wurden. Nach der Trockenlegung der Lagunen, nimmt dann Forbes an, fand bei Gegenwart von Muschelsand eine theilweise Umsetzung des Kochsalzes zu Calciumchlorid und kohlensaurem Natron statt. Letzteres beschleunigte die Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanzen, welche von der üppigen Vegetation in der Umgegend der Salzsümpfe, sowie auch von den reichlichen meritimen Pflanzen in den Lagunen geliefert werden und so resultirte als Endproduct der Zersetzung salpetersaures Natron. Diese Bildungsweise wird durch die Gegenwart von Schilf, Binsen, Holz und anderen vegetabilischen Stoffen im Liegenden des Caliche bestätigt.

Voraussetzung dieser Theorie ist allerdings, daß großartige Bodenhebungen stattgefunden haben, die weit die in historischer Zeit erfolgten übertreffen. Bodenhebungen von ein und mehreren Metern in den dortigen Küstenstrichen sind bekannt geworden. Daß in der Vorzeit sehr bedeutende Bodenschwankungen stattgefunden haben müssen, dafür giebt die ungeheure Menge von Sand und Geröll, welche sowohl in den Thälern, als auch auf den Höhen von 2200—3800 Meter Höhe befindlich sind, einen sehr sicheren Beweis. Ebenso sprechen hierfür alte Strandlinien, welche sich oft 6—7 mal hintereinander wiederholen, sowie die Thatsache, daß sich auch jetzt noch jene Küsten vor den Augen ihrer Bewohner heben.

Spricht somit sehr vieles für die Theorie von Forbes, so ist nur noch ein Punkt durch dieselbe nicht hinreichend erklärt und zwar das verhältnißmäßig reichliche Vorkommen von Jod, da dies im Meerwasser nur in geringen Mengen enthalten ist — weniger als ein Milliontel —; im Rohsalpeter kommen dagegen auf 1 Klgr. bis zu 0,6 Grm. vor. Es ist daher gewiß sicher annehmbar, daß außer dem Meerwasser Stoffe mitgewirkt haben müssen, welche neben dem Stickstoff auch Jod zu liefern vermochten. Es müssen dies Pflanzen und zwar Seetange und Algen gewesen sein, wie dies Nöllner und Langbein hervorheben und dadurch die Theorie Forbes vervollständigen und zum Abschluß bringen. Seetangen und Algen finden sich im dortigen Meere in ungeheuren Mengen und riesigen Exemplaren; der Riesentang an der Südspitze Amerikas erreicht z. B. die

Länge von 500 Metern. Es sei hier ferner nur noch an den schwimmenden Bärentang erinnert, der da, wo durch den Golfstrom, zwischen den Azoren und der Spitze von Florida eine festruhende und in sich selbst kreisende Meeresfläche entsteht, gleichsam eine tausende von Quadratmeilen große, schwimmende Insel bildet. Aehnliche kolossale Tanganhäufungen sind auch im stillen Ocean.

Der Tang enthält 2—3% Proteïnkörper und in der Asche 20—24% Natriumnitrat, ebensoviel Schwefelsäure, 1/2 bis 1 1/2% Kaliumjodat; der Stengel enthält viel Kaliumchlorid.

Starke, heftige Winde, resp. Orkane, welche an jenen Küsten sehr herrschen, haben die Tangmassen in kolossalen Mengen an das Ufer getrieben und besonders in den Terrain-Falten und Einsenkungen angehäuft. Bei der schnell erfolgenden Zersetzung dieser Massen entsteht aus dem Stickstoff der organischen Verbindungen in Gegenwart von Kalk bekanntlich als Endprodukt Salpetersäure, welche in dem Natron des Kochsalzes die Basis findet. Die Gegenwart von Kalk erklärt sich daraus, daß jurassige Kalk- und kalkige Thongesteine den Meeres-, resp. Lagunenboden bilden.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß Langbein in dem Liegenden des Caliche, in der sog. cova, Stücke von wohlerhaltenem Tang gefunden hat.

Diese Theorie erklärt somit alle Verhältnisse so vollständig, daß sie wohl als die richtige hingestellt werden darf. — Außer den beiden hier näher besprochenen Ansichten über die Entstehung der Salpeterlager liegen noch mehrere andere vor, die ich aber nicht zu erwähnen nothwendig zu haben glaube, nachdem wir in der von Forbes, Nöllner und Langbein alle in Betracht kommenden Fragen ungezwungen erklärend, kennen gelernt haben, was von den anderen durchaus nicht gesagt werden kann.

§ 283.

c) Zusammensetzung des Chilisalpeters.

Der Chilisalpeter, welcher seinen Namen dadurch erhalten hat, daß er von Peru, wo er ja zuerst gefunden, nach Chili gesandt und von dort durch Geschäftshäuser in Valparaiso nach Europa gelangte, enthält neben dem salpetersauren Natron, der Menge des Vorkommens nach geordnet, noch Kochsalz, schwefelsaures Natron und schwefelsaures Kali, salpetersaure Magnesia, auch Spuren von Kalk und dann mehr oder weniger Wasser, welches letzteres durch die Hygroscopität des Natronsalpeters aus der Luft angezogen wird.

Die folgenden (älteren) Analysen, und die des Jahres 1884, pag. 569 und 570, letztere im Pommritzer Laboratorium ausgeführt, mögen die Zusammensetzung der im Handel vorkommenden Waare charakterisiren.

In Betreff der vorkommenden Fälschungen sei unter anderem bemerkt, daß von Rath in einer in Köln verkauften Sorte 30% Kochsalz und Stöckhardt in einer in Berlin gekauften 40,4% Kochsalz, 10,8% Glaubersalz und nur 37,7% Natronsalpeter fand.

Der Natronsalpeter besteht in 100 Theilen aus 36,47 Th. Natron und 63,53 Th. Salpetersäure mit 16,47% Stickstoff;

a. Die älteren Analysen:

	Anderson			Völcker	Ritthausen	Stöckhardt		
						Völlig weiße Sorte	Graue oder gelbliche gewöhnliche Sorte	
							beste Qualität	schlechteste Qualität
Wasser	1,94	2,84	2,36	0,68	2,55	—	—	3,00
Salpetersaures Natron	90,34	94,77	95,68	98,41	91,62	99,60	95,80	88,80
Chlornatrium	4,79	1,48	1,48	0,63	5,83	0,20	1,20	1,60
Schwefelsaures Natron	1,59	0,75	0,39	Spur	—	0,10	1,80	4,90
Sand	1,34	0,66	0,24	0,28	—	0,10	1,50	1,70
	100,00	100,00	100,10	100,00	100,00	100,00	100,30	100,00
Stickstoff	14,88 %	15,60 %	15,76 %	16,21 %	15,09 %	16,40 %	15,78 %	14,63 %

b. Die Analysen von 1884.

Wasser . . .	1,47	2,27	1,99	2,28	2,78	2,07	1,97
Salpeters. Natr.	97,93	96,84	95,78	96,17	96,89	95,34	97,39
Chlornatrium .	0,38	0,63	1,15	1,35	0,13	2,41	0,31
Schwefels. Natr.	—	—	0,51	0,17	0,18	0,14	0,20
Sand und Thon	0,22	0,26	0,57	0,08	0,02	0,04	0,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	16,18%	15,95%	15,78%	15,84%	15,96%	15,70%	16,04%

er ist leicht in Wasser löslich: bei 18,5° löst sich 1 Theil Salz in 1,14 und bei 119° C. in 0,46 Theilen Wasser. Die Farbe des reinen Natronsalpeters ist weiß, der gewöhnlich käuflichen Waare meistens grau-gelblich.

Bis jetzt sind 2 salpetersaure Salze genannt worden: der Kali- und Natronsalpeter; von diesen kommt für landwirthschaftliche Zwecke jetzt nur der letztere in Betracht; andere salpetersaure Salze sind im Großen nicht anwendbar; wir haben daher im folgenden auch vor allem nur den Natronsalpeter in seiner Wirkung ꝛc. näher zu betrachten.

§ 284.

d) Düngungsversuche mit dem Natronsalpeter.

Es liegen ziemlich viele Düngungsversuche mit Chilisalpeter vor, von denen ich hier nur einige kurz anführen werde, um seine Wirkung darzuthun.

1) Ein in England von Pusey angestellter Versuch zu Gerste; die Düngung bestand in 42 ℔ Natronsalpeter und 84 ℔ Kochsalz pro acre.
Auf dem gedüngten Stücke wurden pro acre 47 bushels
und auf dem ungedüngten Stücke wurden pro acre 40 „ geerntet.
mehr 7 bushels.

Die Düngung kostet 6 s. 4 d.; der Werth der 7 bushels Gerste war 26 s., somit der Werth des Mehrertrages ohne das Stroh fast 20 s. pro acre (pro Hectar 50 Mark).

Dieser Versuch zeigt die Wirkung des Natronsalpeters leider nicht rein, da derselbe im Verein mit Kochsalz angewendet war.

2. Versuch von Ritthausen in Möckern.

Das zum Versuche dienende Feld ist sandiger Lehm- und Thonboden und war 1852 drainirt; die Versuche 1853 und 1854 angestellt. Die folgende Tabelle enthält die Versuchs-Resultate im Vergleich zur Wirkung des Peruguano und ungedüngt.

Größe der Versuchsstücke	Art der Düngung	Ertrag an				
		Körnern		Stroh	Spreu
		in Scheffeln	in ℔	℔	℔
1 Acker sächsisch	Chilisalpeter 1 Ctr.	12 Schff. 4 Mtz.	2199	6069	209
1 Acker sächsisch	Peruguano 2 Ctr.	11 „ 8 „	1886	5940	200
1/4 Acker sächsisch; Ertrag auf 1 Acker berechnet	Ungedüngt	6 „ — „	984	3600	120

Der Chilisalpeter hat somit gegen ungedüngt 1135 ℔ Körner, 2469 ℔ Stroh und 298 ℔ Kaff und der Peruguano 902 ℔ Körner, 2340 ℔ Stroh und 280 ℔ Kaff mehr gebracht.

Da von dem Verfasser mehrere Versuche zur Feststellung der düngenden Wirkung des Chilisalpeters angestellt sind, so mögen die Resultate derselben hier mit aufgeführt werden.

1. Versuch mit Hafer im Jahre 1878.

Das zu dem Versuche benutzte Feld hatte im Jahre 1877 Kartoffeln, 1876 Roggen, 1875 Wickhafer und 1874 Hafer getragen und war Mitte November 1877 gepflügt und den Winter über in rauher Furche liegen gelassen. Die Parzellen, von der Größe eines 1/4 Hectars, erhielten 20 ℔ löslicher Phosphorsäure und hierzu die 2. 4 ℔ Stickstoff und die 3. 8 ℔ Stickstoff in Salpetersäure-Form. Die Kartoffeln waren mit 176 Ctr. Stallmist pro 1/4 Hectar gedüngt worden; der Boden ist mittel schwerer Granitverwitterungsboden. Die lösliche Phosphorsäure wurde am 27. April mit dem Ruhrhaken untergebracht, der Chilisalpeter am 27. Mai, nachmittags bei trockener Witterung als Kopfdünger gegeben, nachdem der Hafer am 8. Mai voll aufgegangen war. Die Aussaat, breitwürfig, betrug pro Parzelle 64 Kilo. Die Ernte-Resultate sind die folgenden:

	Düngung	Körner	Stroh, Spreu und Ueberkehr	Gesammt-Ernte	Mehr als ohne Stickst.		
					Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte
		Klgr	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.
Parz. I	20 ℔ lösl. Phosphorsäure	559,9	850,4	1410,0	—	—	—
„ II	20 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 4 ℔ Salpetersäure-Stickst.	701,7	1025,0	1726,7	141,8	174,6	316,4
„ III	20 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 8 ℔ Salpetersäure-Stickst.	680,3	1008,4	1688,7	120,4	158,0	278,4

2. Versuch mit Hafer 1879.

Das zum Versuche dienende Feld (auf einem Schlage des Dominiums Pommritz) hatte 1878 Kartoffeln, zu denen pro sächs. Acker mit 10 Fudern Stallmist gedüngt war, 1877 Weizen, gedüngt mit 2$^1/_2$ Ctr. Knochenmehl und 2$^1/_2$ Ctr. Ammoniak-Superphosphat, 1876 Gemenge ohne Düngung und 1875 Hafer, gedüngt mit 2 Ctr. Ammoniak-Superphosphat getragen. Die einzelnen Parzellen waren $^3/_{10}$ Hectar groß; dieselben wurden wie folgt gedüngt:

Parzelle I: 24 ℔ löslicher Phosphorsäure,
" II: 24 ℔ löslicher Phosphorsäure und 4,8 ℔ Salpetersäure-Stickstoff; Kopfdüngung;
" III: 24 ℔ lösl. Phosphorsäure und 4,8 ℔ Salpetersäure-Stickstoff; untergebracht;
" IV: 24 ℔ lösl. Phosphorsäure und 9,6 ℔ Salpetersäure-Stickstoff; Kopfdüngung;
" V: 24 ℔ lösl. Phosphorsäure und 9,6 ℔ Salpetersäure-Stickstoff; untergebracht.

Diese Düngemittel wurden mit Ausnahme des als Kopfdüngung zu verwendenden Chilisalpeters mit 2 Ctr. Erde gemischt, am 16. April ausgestreut — dieselbe Erdmenge erhielten die Parzellen 2 und 5 —, worauf das Unterbringen durch Exstirpiren sofort folgte. Die Aussaat konnte erst wegen eingetretenen Schnee- und Regenfalles am 1. Mai erfolgen. Die Aussaat betrug pro Parzelle 142,14 ℔. Am 16. Mai war der Hafer auf allen Parzellen gut aufgelaufen. Am 26. Mai wurde dann, nachdem mehrere Tage vorher starker, warmer Regen gefallen war, auf den Parzellen II IV der Chilisalpeter mit 1 Ctr. Erde gemischt ausgestreut; dieselbe Erdmenge erhielten an demselben Tage die Parzellen I, III und V. Während der Vegetation des Hafers fielen 340,87 Millimeter Regen. Am 27. Juli wurde der Hafer gehauen.

Die Ernte-Resultate zeigt die folgende Tabelle.

Düngung	Ernte			Mehr als ohne Stickst.		
	Körner	Stroh, Streu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte	Körner	Stroh, Spreu, Ueberkehr	Gesammt-Ernte
	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.	Klgr.
I. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure	366,4	1064,2	1430,6	—	—	—
II. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 4,8 ℔ Salpetersäure-Stickst.; Kopfdüngung	609,6	1291,5	1901,1	243,1	227,3	470,4
III. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 4,8 ℔ Salpetersäure-Stickst.; untergebracht	622,5	1343,0	1965,5	256,0	278,8	534,8
IV. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 9,6 ℔ Salpetersäure-Stickst.; Kopfdüngung	855,1	1532,4	2387,5	488,7	468,2	956,9
V. 24 ℔ lösl. Phosphorsäure u. 9,6 ℔ Salpetersäure-Stickst.; untergebracht	812,8	1508,2	2321,0	446,4	444,0	890,4

3. Versuch mit Roggen 1878/79.

Zu diesem Versuche dienten 3 à 1/4 Hectar große Parzellen des Versuchsfeldes, welche 1878 Wickhafer, 1877 Hafer und 1876 Kartoffeln getragen hatten. Da man den Wintersaaten mit Vortheil einen Theil der erforderlichen Phosphorsäure in der billigeren Form des Knochenmehles, mit dem bekanntlich auch einige Procente Stickstoff gegeben werden, verabreicht, so erhielten auch bei diesem Versuche zunächst die Parzellen je 1 Ctr. Knochenmehl, welches am 3. September auf die Stoppel gestreut und am 3. und 4. dieses Monats untergepflügt wurde. Das Feld blieb dann bis zum 30. September in rauher Furche liegen.

Als besondere Düngung für die 3 Parzellen wurden gegeben:
Parzelle I: 10 ℔ lösl. Phosphorsäure,
„ II: 10 „ „ „ und 4 ℔ Salpetersäure-Stickstoff;
„ III: 10 „ „ „ „ 8 „ „ „

Der Chilisalpeter wurde als Kopfdüngung angewendet und zwar die Hälfte im Herbst und die andere Hälfte im Frühjahr. Die lösliche Phosphorsäure wurde mit Erde gemischt, am 30. September auf die rauhe Furche gestreut und durch Exstirpator in den Boden gebracht. Am 8. October wurde die Saat bestellt; die Aussaat, breitwürfig, betrug pro Parzelle 108,7 ℔. Am 15. October war die Saat vollständig aufgelaufen und am 24. d. M. soweit entwickelt, daß der Chilisalpeter ausgestreut werden konnte. Die andere Hälfte des Chilisalpeters wurde am 8. April ausgestreut, nachdem vom 30. März an warmes Wetter eingetreten war. Am 31. Juli wurde der Roggen gehauen; während der Vegetation desselben waren 469,21 Millimeter Regen- resp. Schneewasser zur Erde gelangt.

Die Ernte-Resultate sind die folgenden:

Düngung	Ernte			Mehr als ohne Salpetersäure		
	Körner Klgr.	Stroh, Spreu, Ueberkehr Klgr.	Gesammt-Ernte Klgr.	Körner Klgr.	Stroh, Spreu, Ueberkehr Klgr.	Gesammt-Ernte Klgr.
I. 10 ℔ lösl. Phosphorsäure	536,8	960,1	1496,9	—	—	—
II. 10 ℔ lösl. Phosphors. und 4 ℔ Salpetersäure-Stickstoff	652,9	1169,1	1822,0	116,1	209,0	325,1
III. 10 ℔ lösl. Phosphors. und 8 ℔ Salpetersäure-Stickstoff	574,0	1057,6	1631,6	37,2	97,6	134,8

Diese Versuche bestätigen die günstige Wirkung des Chilisalpeters, zeigen aber auch zugleich, daß die Zufuhr des Stickstoffs sich innerhalb gewisser Grenzen zu halten hat. Während bei den hier zum Versuche dienenden mittelschweren Böden und bei dem vorhandenen Düngungszustande des Feldes 4 ℔ Stickstoff

stets vorzügliche Wirkung gezeigt haben, ist dies bei 8 ℔ pro 1/4 Hectar nicht immer der Fall

Es ließen sich hier noch eine ganze Reihe von Versuchen aufführen, da die Literatur viele aufweist; die besprochenen erscheinen indeß für den vorliegenden Zweck voll genügend.

§ 285.

e) Art der Wirkung des Chilisalpeters.

Die Versuche des Verfassers über die Wirkung von Ammoniak-Salzen und Chilisalpeter auf Ackererden, welche p. 545 u. f. citirt sind, haben das höchst interessante Resultat ergeben, daß der Chilisalpeter nur in sehr geringem Grade lösend auf die Bodenbestandtheile einwirkt. Hieraus folgt, daß er im richtigen Sinne des Wortes vor allem nur direct und nicht indirect düngend wirkt. Die Ansicht, daß der Chilisalpeter vor allem indirect und dadurch Boden erschöpfend wirke, ist durch diese Versuche, welche durch andere, wie die von Dietrich u. s. w. unterstützt werden, nicht mehr als eine richtige anzuerkennen. Wenn aber daraus, daß der Chilisalpeter nur in sehr geringem Grade auf die Pflanzennährstoffe des Bodens lösend einwirkt, gefolgert werden sollte, daß er auch nicht Boden beraubend und Boden erschöpfend wirke, so ist dies ein Trugschluß. Die Salpetersäure ist diejenige Stickstoffquelle der Pflanzen, welche von den meisten derselben in den meisten Entwickelungsstadien am schnellsten und leichtesten aufgenommen und verarbeitet wird. Abgesehen von allem anderen geht dies aus der Thatsache hervor, daß nach wenigen Tagen sich die Wirkung des Chilisalpeters durch dunklere Farbe der Blätter und sehr bald auch durch vermehrtes Wachsthum zeigt, weshalb derselbe auch als ein Blender bezeichnet worden ist. Regt nun der Stickstoff überhaupt das Wachsthum der Pflanzen besonders an und gilt dies in erster Reihe von der Salpetersäureform desselben, so ist allgemein bekannt, daß der Stickstoff nicht alleiniger Nährstoff der Pflanzen ist, daß ferner auch die Nährstoffe der Luft im Verein mit dem Stickstoff zur Bildung des Pflanzenkörpers nicht ausreichen, weiter, daß im Chilisalpeter nur Salpetersäure und Natron zum Boden geführt werden. Da aber die Pflanzen zur normalen Ernährung noch eine Reihe anderer Körper, wie Phosphorsäure, Kali, Kalkerde 2c. gebrauchen, so muß diese selbst-

verständlich der Boden hergeben. Entsprechend somit dem durch den Chilisalpeter vermehrten Wachsthum hat der Boden die hierzu weiter erforderlichen Nährstoffe zu liefern. Vermag der Chilisalpeter selbst nicht im wesentlichen Grade lösend auf die Pflanzennährstoffe des Bodens einzuwirken, so folgt daraus, daß der Boden, von dem durch den Chilisalpeter eine erhöhte Thätigkeit verlangt wird, die übrigen für die Pflanzen nothwendigen Nährstoffe in assimilirbarer Form enthalten muß. Der Boden wird somit unbedingt durch einseitige Chilisalpeterdüngung erschöpft. Da Ammoniaksalze in weit höherem Grade lösend auf die Pflanzennährstoffe des Bodens wirken, als der Chilisalpeter, so liegt der Schluß nahe, daß der Boden durch Zuführung von Stickstoff in Ammoniakform mehr erschöpft werde, als durch die Salpetersäureform. Zur Zeit ist jedoch diese Frage noch als eine offene zu bezeichnen. Fest steht andererseits, daß eine Erschöpfung eines Bodens durch einseitige Stickstoffzufuhr stattfindet und daß diese Erschöpfung, wenn sie bis zum äußersten geschehen ist, sehr schwer und nur durch sehr bedeutende Opfer wieder gehoben werden kann.

Der Verfasser hat bei seinen Versuchen über die Frage, wie roher, schwerer Boden fruchtbar zu machen sei, eine Parzelle während 10 Jahre 7 mal mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt gehabt und von derselben, sobald sie Cerealien oder Hackfrucht zu bringen hatte, stets sehr schöne Ernten gewonnen. Nachdem dann vom 11. Jahre an diese Parzelle mit den übrigen gleich gedüngt wurde, um die Veränderungen, welche der Boden erlitten hatte, kennen zu lernen, ergab sich, daß die Ernten von dieser Parzelle von Jahr zu Jahr zurückgingen und sich im fünften Jahre die Erschöpfung, soweit bis jetzt bekannt, am stärksten zeigte. In genanntem Jahre, 1883, trugen die Parzellen Gerste und waren, wie die Jahre vorher, wenn die Parzellen Cerealien zu tragen hatten, pro Hectar mit 100 Grm. Stickstoff und 200 Grm. Phosphorsäure und bei Kartoffeln außerdem noch mit rund 300 Grm. Kali gedüngt worden, eine Düngung, welche als jährliche gewiß als eine starke hinzustellen ist. Trotzdem wurde folgende Ernte von der Stickstoff-Parzelle im Vergleich zu den früher ungedüngten erhalten.

	Bis 1878 ungedüngt Grm.	Bis 1878 mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngt Grm.	Differenz Grm.
Körner	3310,6	1556,8	1753,8
Stroh, Spreu, Ueberkehr .	5957,6	2273,2	3684,4
Gesammternte	9268,2	3830,0	5438,2

Diese Zahlen illustriren das vorher Gesagte auf das Schönste.

Es ist daher vor einseitiger wiederholter Stickstoffdüngung, mag dieselbe in Salpetersäure- oder Ammoniakform geschehen, entschieden zu warnen.

Ist die chemische Wirkung des Chilisalpeters auf die Bodenbestandtheile nur eine schwache, so ist dagegen die auf gewisse physikalische Bodeneigenschaften bei nicht zu schwachen Gaben eine kräftige und zwar vor allem bei schweren und mittleren Böden. Der Chilisalpeter bildet nämlich auf dem Boden eine zusammenhängende harte Kruste, welche sowohl der Luft den Zutritt zum Boden erschwert, als auch auf das Wachsthum der Pflanzen einen ungünstigen mechanischen Einfluß ausübt. Dieser nachtheilige Einfluß des Chilisalpeters kann nur durch häufiges Hacken beseitigt werden. Aus dem Grunde ist die Zuführung größerer Mengen von Chilisalpeter nur bei Pflanzen zulässig, welche im Laufe der Vegetation mehrfach bearbeitet werden müssen, wie Rüben, Kartoffeln, oder die betreffenden Pflanzen — Cerealien — müssen so weit gedrillt werden, daß eine Bearbeitung zwischen den Reihen möglich ist.

Es könnte hieraus folgen, daß nur solche Güter Chilisalpeter zu den Halmfrüchten verwenden dürften, welche dieselben so weit drillen, daß Bearbeitung zwischen den Reihen ausführbar ist. Da bis jetzt aber die meisten Güter die Halmfrüchte entweder breitwürfig bestellen oder eng drillen, so würde für diese der Chilisalpeter gar nicht anwendbar sein. Das weite Drillen kann bekanntlich vor allem nach sehr guter mechanischer Bodenbearbeitung, wie diese die Zuckerrübe verlangt, erst Anwendung finden. Wenn nun auch der Zuckerrübenbau in Deutschland bereits große Verbreitung gefunden hat, so giebt es einerseits doch noch sehr große Landstrecken, die sich entweder nicht zum Zuckerrübenbau eignen, oder die für denselben noch nicht gewonnen sind. Ferner wird für die nächsten Jahre der Zuckerrübenbau keine erheblich größere Ausdehnung erhalten. Für alle diese Felder würde nach dem Obigen zu Cerealien die Verwendung von Chilisalpeter nicht empfehlenswerth sein. Für diese Felder kann aber bestimmt ausgesprochen werden, daß, wenn der Chilisalpeter nicht in größeren Dosen wie 1/4 und 1/2 Ctr. pro 1/4 Hectar verwendet wird, genannte nachtheilige physikalische Wirkung nicht so leicht auftritt. Bei Sandboden bemerkt man dieselbe ferner auch nicht bei größeren Mengen.

Eine weitere eigenthümliche Wirkung des Chilisalpeters, wenn derselbe in größeren Mengen Verwendung findet, besteht darin, daß der Boden dadurch feuchter erhalten zu werden scheint. So schreibt hierüber Maercker. Bei einem Versuche zur Feststellung der Grenzen der Chilisalpeter-Düngung bei Kartoffeln wurden pro Versuchs-Parzelle von je 1 Morgen Größe, abwechselnd mit ungedüngten Parzellen, im Frühjahr mit 1—5 Ctr. gedüngt. Nach der Kartoffelernte im Herbste hatte dieses Feld (Lößlehmboden) ein schachbrettartiges Ansehen gewonnen. Nach einigen Regengüssen hatten die ungedüngten Parzellen das normale Ansehen des durchlässigen mittleren Lehmbodens behalten, mit Zunahme der Chilisalpeter-Düngung nahm aber der Feuchtigkeitsgehalt so zu, daß die mit 5 Ctr. Chilisalpeter versehene vollkommen einem Moraste glich. Eine Erklärung hierfür ist bis jetzt noch nicht bekannt. Die hygroskopischen Eigenschaften des Chilisalpeters können diese Erscheinung nicht gut hervorbringen, da dieselben zu gering sind; viel mehr kann dieselbe nach Maercker durch osmotische Vorgänge im Boden erklärt werden.

§ 286.

f. Stärke der Stickstoffdüngung.

Die Stärke der Stickstoffzufuhr zum Boden in Form der in Frage stehenden Salze hängt von der Pflanze, welche mit derselben gedüngt werden soll, von der Beschaffenheit des Bodens, von den wirthschaftlichen und klimatischen Verhältnissen ab.

Die Cerealien, Cruciferen, Hack- und Wurzelfrüchte bedürfen der Zufuhr von löslichem Stickstoff und sind für dieselbe auch dankbar. Für die Leguminosen dagegen ist eine besondere Stickstoffdüngung nicht nothwendig, geschieht dieselbe, so ist eine Wirkung nicht zu erwarten.

Schwerere Böden vertragen eine stärkere Zufuhr von löslichen Stickstoffverbindungen, als leichtere; am dankbarsten erweisen sich hierfür die milden, warmen Lehmböden.

Wirthschaften, welche viel Vieh halten, bedürfen der Zufuhr von löslichem Stickstoff in weit geringerem Grade, als solche, welche mit geringerem Viehbestande wirthschaften. Die Fruchtfolge ist weiter ein nicht zu übersehender Factor bei der Bestimmung des Stickstoffzukaufes. Bei normalem Wechsel zwischen Halm-, Blatt- und Hackfrucht ist weniger Stickstoffzukauf

erforderlich, als wenn ein solcher nicht in genügendem Grade vorhanden. Kältere Böden sind weniger stark, als wärmere mit löslichem Stickstoff zu versorgen.

Aus diesen Gründen lassen sich bestimmte Angaben über die Stärke der Stickstoffzufuhr allgemein nicht machen.

Wenn in Folgendem dennoch einige Zahlenangaben über die Stärke der Stickstoffzufuhr gemacht werden, so ist selbstverständlich, daß dieselben innerhalb nicht allzu enger Grenzen schwanken müssen.

Was zunächst die Düngung mit Chilisalpeter anbetrifft, so hat die Betrachtung im vorigen Paragraphen ergeben, daß derselbe der am energischsten wirkende einseitige Dünger ist, daß er ferner die Vegetation zu verlängern und durch beide Eigenschaften den Boden am leichtesten zu erschöpfen im Stande ist. Hieraus folgt bereits, daß der Chilisalpeter in nicht zu großen Mengen verwendet werden darf, wenn nicht diese seine Wirkungen stark hervortreten sollen; daß somit bei ihm das alte Sprichwort: „Viel hilft viel“ keine volle Gültigkeit hat, daß er ferner nicht zu spät und nicht bei derselben Frucht wiederholt dem Felde zugeführt werden darf.

Nach meinen Erfahrungen müssen die angewendeten Mengen zwischen den Grenzen 1 und 6 Centner pro Hektar liegen und dürfen 6 Centner nur in Ausnahmefällen überschritten werden.

Was die Pflanzen anbetrifft, zu denen eine Chilisalpeter-Düngung zu empfehlen ist, so sind in erster Reihe die Runkel- und Zuckerrüben zu nennen, welchen auch die größten Mengen zugeführt werden können. Bei den Runkelrüben, bei denen es vor allem auf Massen-Produktion ankommt, braucht man mit der Zuführung des Chilisalpeters weit weniger vorsichtig zu sein, als bei den Zuckerrüben; bei jenen kann man bis zu 8 Ctr. pro Hektar geben. Bei den Zuckerrüben soll eine zuckerreiche Rübe neben gewisser Masse producirt werden. Da die großen Rüben bekanntlich die zuckerärmsten sind und der Stickstoff auf die größere Entwickelung der Rüben stark influirt, so folgt bereits hieraus, daß die Stickstoffzugabe zu der Zuckerrübe ängstlicher bemessen werden muß, als bei den Runkelrüben. Daß durch engen Stand auf die Größe der Rüben wesentlich eingewirkt werden kann, soll hier nur beiläufig bemerkt werden. Starke Stickstoffgaben sind aber auch bei engem Stande in der Lage, große Rüben zu erzeugen. Es muß deshalb die Düngung streng geregelt werden. Allgemein läßt sich deshalb wohl aussprechen, daß bei Stallmistgabe im Herbste, sich im Frühjahr 2—4 Ctnr.

pro Hektar empfehlen und daß ohne Stallmist die doppelte Menge verwendet werden kann.

Nächst den Rüben ist die Kartoffel diejenige Pflanze, welche für die Stickstoffzufuhr vor allem in Form von Chilisalpeter sehr dankbar ist. Bedacht muß aber betreffs der Stärke der Zufuhr folgendes werden. Erstlich steht fest, daß in Jahren, wo die Kartoffelkrankheit herrscht, die Kartoffeln am meisten derselben unterworfen sind, welche am reichsten mit Stickstoff gedüngt waren und andererseits, daß starke einseitige Stickstoff-Düngung die Kartoffel stärkemehlärmer, dagegen reich an stickstoffhaltiger Substanz und Wasser macht.

Bei Versuchen des Verfassers hatte die mit schwefelsaurem Ammoniak allein gedüngte Kartoffel 16,03 % Stärke, dagegen 3,33 % stickstoffhaltige Substanz und 74,01 % Wasser, während in der ungedüngten 20,34 % Stärke neben 3,01 % stickstoffhaltiger Substanz und 70,96 % Wasser waren, so daß jene in der Trockensubstanz 61,78 Stärke und 12,54 % stickstoffhaltige Substanz und diese 70,04 % und 10,37 % enthielten.

Als Zugabe zum Stallmist kann ich deshalb für die Kartoffel nur 1 bis 2 Ctnr. pro Hectar empfehlen. Werden die Kartoffeln nur mit künstlichen Düngemitteln gedüngt, so läßt sich die Stärke der Stickstoffdüngung je nach der Zeit, welche das Feld keinen Stallmist erhalten hat, auf 3 bis 6 Ctnr. erhöhen.

Zum Wintergetreide giebt man an Stickstoff außer Knochenmehl (pro Hectar 4 Ctnr.) noch 16 bis höchstens 32 ℔; soll derselbe in Salpetersäureform angewendet werden, so ist rathsam 1/4 bis die Hälfte im Herbst und 3/4 bis die Hälfte im Frühjahr, so früh wie es geht, auszustreuen.

Zum Sommergetreide sind 16 bis 32 ℔ Stickstoff d. i. 1 bis 2 Ctnr. Chilisalpeter zu verwenden.

Der Raps verlangt bekanntlich eine starke Düngung, weshalb es sich empfiehlt, demselben außer Stallmist und 4 Ctnr. Knochenmehl noch 2 bis 3 Ctnr. Chilisalpeter pro Hectar zuzuführen.

Die Hülsenfrüchte bedürfen, wie bereits erwähnt, einer besonderen Zufuhr von löslichem Stickstoff nicht.

Für die Wiesen empfehlen sich dagegen pro Hectar, was die Stickstoffzufuhr anbetrifft, 1—2 Ctnr. Chilisalpeter. Diese Düngung ist jedoch mit Vortheil nur solchen Wiesen zu geben, welche bereits entwässert, entsäuert und wenn möglich compostirt sind.

Was die Zuführung von Stickstoff in Ammoniakform, also als schwefelsaures Ammoniak, anbetrifft, so sind im Allgemeinen dieselben Stickstoffmengen zu verwenden, als beim Chilisalpeter.

Ueber die Verwendung der einen oder anderen dieser Stickstoffformen, entscheidet im Allgemeinen der Preis. Es ist hierbei stets aber in's Auge zu fassen, daß der Chilisalpeter schneller und energischer wirkt, als das schwefelsaure Ammoniak.

Bei der obigen Berechnung der Extra-Zugabe von Stickstoff in Form der in Rede stehenden Salze ist eine regelmäßige Stallmistdüngung zu Grunde gelegt, welche alle 4 Jahre ein- oder in 7 Jahren zweimal wiederholt wird.

Es ist ferner hier noch zu betonen, daß nicht allein Stickstoff in löslicher Form, sondern ebenso Phosphorsäure in löslicher Form den betreffenden Pflanzen zu geben ist und zwar müssen auf 1 Theil Stickstoff je nach der Frucht und dem Düngungszustande des Feldes 2, 3, 4 bis 5 Theile Phosphorsäure kommen.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß wie allgemein bekannt, die Wirkung des Stickstoffes im engen Zusammenhange mit den Witterungsverhältnissen während der Vegetation steht. Bei trockner Witterung im Sommer führen stärkere Stickstoffgaben die nachtheiligen Folgen (Lagerung, Verspätung der Reife, Entwerthung der Früchte, z. B. Zuckerrüben, Kartoffeln 2c.) in viel geringerem Grade herbei als in nassen Jahrgängen. Wenn daher über die Witterungsverhältnisse während der Vegetation bereits zur Zeit der Düngung sichere Anhaltepunkte vorlägen, so würden sich die Angaben über die Stärke der Düngung weit sicherer machen lassen. Da wir hierüber bis jetzt aber noch keinen sicheren Anhalt haben, so ist es stets besser, nicht zu stark mit Stickstoff zu düngen, sondern sich mit Zuführung mittlerer Mengen zu begnügen.

§ 287.

g. Art der Anwendung des Chilisalpeters und schwefelsauren Ammoniaks.

Der Chilisalpeter kann entweder als Kopfdüngung zur Kräftigung nicht befriedigend stehender Saaten verwendet werden, oder er wird vor der Saat zugleich mit dem Superphosphate 2c. untergebracht. In beiden Fällen muß der Chilisalpeter zunächst so fein wie möglich zerkleinert und dann mit der doppelten Menge trockner Erde — am besten ist Sand — gemischt werden. Ist Erde zur Mischung benutzt worden, so hat das Ausstreuen recht bald auf das Mischen zu folgen. Die Mischung von Chilisalpeter und Sand kann dagegen eher eine Anzahl Stunden stehen, ohne daß die Mischung die erforderliche Streubarkeit

verliert. Der Grund für diese Regel liegt in folgendem. Der Chilisalpeter zieht bekanntlich sehr leicht und schnell Wasser an, in Folge dessen ein Gemisch aus Erde und Chilisalpeter in wenigen Stunden feucht und klumpig wird, so daß dadurch die gleichmäßige Verteilung auf dem Felde, eine Hauptbedingung bei der Verwendung eines jeden Düngers, sehr erschwert wird. Das Ausstreuen soll ferner nicht im Regen oder Thau stattfinden.

Soll der Chilisalpeter zur Kräftigung schwacher Wintersaaten dienen, so muß er so früh im Jahre als möglich, d. h. also mindestens im April oder Anfang Mai ausgestreut werden.

Zu den Sommersaaten, sowie, wenn der Chilisalpeter zur Düngung der Wintersaaten dienen soll, wird er am besten mit den übrigen zu verwendenden Düngemitteln gemengt auf die rauhe Furche gestreut und mit Exstirpator ꝛc. in den Boden gebracht. Es wird hierdurch einerseits eine Arbeit erspart und der Landwirth läuft so auch nie Gefahr den Chilisalpeter, verursacht durch die klimatischen Verhältnisse, zu spät auf das Feld zu bringen.

Wird der schnell und so energisch wirkende Chilisalpeter zu spät den Pflanzen zugeführt, so verlängert er die Vegetationszeit; die Folge hiervon ist, daß die Pflanzen dann vielfach nicht zu normaler Ausbildung gelangen.

Hat der Landwirth einer Sommerfrucht keinen Stickstoff in löslicher Form gegeben, weil er glaubt, daß die Fruchtbarkeitsverhältnisse des Feldes dies nicht nothwendig machen und sieht er dann beim Aufgehen der Saat, daß unter den klimatischen Verhältnissen des Jahres eine Extra-Zugabe von Stickstoff doch gut gewesen wäre, so kommt oft noch der Entschluß, das Versäumte nachzuholen. Hier gilt nun ebenfalls das oben Gesagte. Ist die Entwickelung der Pflanzen schon zu weit vorgeschritten, so ist es besser, die Salpetergabe zu unterlassen, weil dadurch eher Schaden, als Nutzen aus den bereits angegebenen Gründen erwächst.

Die vor allem früher mehrfach empfohlene Theildüngung — stufenweise Düngung — mit Chilisalpeter ist ebenfalls entschieden nicht zu empfehlen. Die Gründe hierfür sind vorher besprochen.

Das schwefelsaure Ammoniak, mag es als solches oder im Gemenge mit Superphosphat als Ammoniak-Superphosphat in Verwendung kommen, ist auf die rauhe Furche mit derselben Menge trockner Erde gemischt, auszustreuen und mit Exstirpator ꝛc.

in den Boden zu bringen. Kopfdüngung mit schwefelsaurem Ammoniak empfiehlt sich nicht.

§ 288.

Der Chili-Kalisalpeter.

Im Jahre 1874 wurde unter dem Namen Kali-Natronsalpeter ein Düngemittel in den Handel gebracht, welches einen dem Chilisalpeter fast gleichen Gehalt an Stickstoff und daneben nach Maercker 15,92 bis 19,47 % Kali in der Form von salpetersaurem Kali enthielt. Durch dieses Düngemittel sollen dem Boden gleichzeitig 2 der wichtigsten Pflanzennährstoffe, Stickstoff und Kali gegeben werden können.

Ist dies neue Düngemittel wirklich von großer Bedeutung? Wir glauben hierauf mit „Nein" antworten zu sollen.

Nach den früheren Versuchen Knop's Bd. I. p. 334 u. f. wird die Salpetersäure vom Boden nicht absorbirt, was die neuesten Versuche des Verfassers allerdings nicht bestätigt haben; immerhin haben dieselben aber dargethan, daß die Salpetersäure nicht in verhältnißmäßig hohem Grade absorbirt wird. Von Kali ist dagegen nachgewiesen, Bd I. p. 304 u. f., daß für dasselbe die Ackererde ein großes Absorptions-Vermögen besitzt und daß sich dasselbe daher im Boden nur langsam bewegt; aus diesem Grunde gilt als Regel, daß das Kali im Herbste oder spätestens im frühen Frühjahr zum Boden gebracht werden muß. Wir haben hier somit ein Düngemittel, von welchem der eine Bestandtheil im Frühjahr, der andere bereits im Herbste dem Boden einverleibt werden soll. Es läßt sich daher wohl kaum annehmen, daß beide Nährstoffe zu derselben Zeit zum Boden gebracht, ihre volle Wirkung auszuüben im Stande sind. Wird dies Düngemittel im Herbst gegeben, so ist große Gefahr vorhanden, daß ein Teil der Salpetersäure verloren geht; wird damit dagegen im Frühjahr gedüngt, so kommt das Kali nur in geringerem Grade zur Wirkung. Aus diesen Gründen ist der Kali-Natronsalpeter nicht zu empfehlen. Würde die Praxis gegen diese wissenschaftliche Deduction günstigen Resultate mit diesem Düngemittel erhalten haben, so würde dasselbe sicherlich seinen Platz auf dem Markte behauptet und sich eingebürgert haben[1]).

[1]) Der Chilisalpeter ist z. B. viel eher in den Boden gebracht worden, als wissenschaftlich nachgewiesen worden ist, daß der Boden für denselben ebenfalls Absorptionsfähigkeit besitze.

Dies ist aber nicht der Fall. Er ist meines Wissens nie in den Handel gekommen.

Drechsler führt über das Vorkommen des Kali-Natronsalpeter an, daß unter dem gemeinsamen Namen roher Südseesalpeter neben Natronsalpeter auch kalihaltiger Salpeter importirt wird. Derselbe wird nach Drechsler im Districte Tarapaca im südlichen Peru gewonnen. Bei dem Reinigungsprocesse findet eine Anreicherung der Mutterlauge mit Kali dadurch statt, daß das zuerst gewonnene Product, aus reinem Natronsalpeter bestehend, abgenommen wird; beim weiteren Eindampfen der Mutterlauge liefert diese dann durch Crystallisation ein Product, welches aus einer Mischung von Natron- und Kalisalpeter in verschiedenen Verhältnissen besteht. Dieses Product wird vor allem gerne von Fabriken gekauft, welche Kalisalpeter darstellen, weil hier ja ein Theil des erforderlichen Zusatzes an Kali erspart wird; er wird daher von diesen Fabriken höher bezahlt, als der Natronsalpeter. Aus diesem Grunde steht auch der Kali-Natronsalpeter höher im Preise als der Natronsalpeter.

Drechsler, der sich für dieses Product sehr interessirt, hat mit demselben Düngungs-Versuche angestellt, deren Resultate hier in Kürze angeführt werden sollen.

Der Kali-Natronsalpeter enthielt 14,37 % Stickstoff und 15,96 % Kali. Zu dem Versuche dienten 6 Parzellen à 20 Quadratmeter; der Boden ist humusreicher Lehmboden, im Vorjahre mit Stallmist gedüngt, somit in gutem Fruchtbarkeitszustande; reich an Phosphorsäure.

Das Land wurde im Herbst 1877 tief umgegraben und erhielt:

Parzelle I: keinen Dünger,
„ II: 0,5 Kilo Chilikalisalpeter,
„ III: 0,5 „ Chilisalpeter,
„ IV: keinen Dünger,
„ V: wie II,
„ VI: wie III.

Im Frühjahr waren die Pazellen II und V und III und VI nochmals wie im Herbste gedüngt. I bis III wurden dann mit Runkelrüben, 50 Centimeter im Quadrat und IV bis VI mit Zuckerrüben, 33,3 Centimeter im Qnadrat besät.

Die Ernte-Resultate waren wie folgt. (p. 584.)

Drechsler sagt über diese Resultate, daß sich bei der Runkelrübe ein erhebliches Uebergewicht der gedüngten gegen die ungedüngte Parzelle ergeben hat, daß der Mehrertrag der 2. Parzelle gegen den der 3., wenigstens vorläufig, dem Kali nicht zugeschrieben werden darf, weil die Erträge der Parzellen V und VI sich umgekehrt verhalten, weshalb man Verschiedenheiten im natürlichen Nährstoffgehalt des Bodens wird annehmen müssen, dagegen hat die Kalidüngung einen sehr deutlichen Einfluß auf die Qualität der Rüben geäußert, was bemerkenswerth ist.

Es ist hierbei aber noch zu betonen, daß der Kalisalpeter im Herbst und Frühjahr verwendet, somit einerseits die Annahme berechtigt ist, daß Verluste an Salpetersäure stattgefunden

Düngemittel	Düngung pro 20 Quadrat-Mtr.		Rohernte	Verlust für Schmutzköpfe	Reinernte	Saccharometer	Polarisation	Zuckergehalt	Reinheitscoefficient
	Stickstoff	Kali							
Runkelrüben:									
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.				
I. Ungedüngt.	—	—	139	15	124	—	—	—	—
II. 1 Kilo Chilikalisalpeter	143	159	208	23	185	—	—	—	—
III. 1 Kilo Chilisalpeter	152	—	183	20	163	—	—	—	—
Zuckerrüben:									
IV. Ungedüngt.	—	—	123	13,5	109,5	13,8	37,8	10,28	74,28
V. 1 Kilo Chilikalisalpeter	143	159	127	14,0	113,0	15,7	46,0	12,36	78,73
VI. 1 Kilo Chilisalpeter.	152	—	143	16,0	127,0	14,2	40,3	10,89	76,69

und anderseits, daß das Kali der Herbstdüngung sich im Boden hat genügend vertheilen und somit auch hat wirksam werden können.

Von Déhérain liegt ferner noch ein Versuch mit Kali- und Natronsalpeter zu Kartoffeln vor, aus dem sich ergeben hat, daß durch die Verwendung beider der Ertrag an Kartoffeln erheblich gesteigert worden ist, daß aber die Natur der im Nitrate enthaltenen Basis das Ernteergebniß nicht geändert hat.

Weitere Versuche sind daher noch nothwendig und vor allem solche in größerem Maaßstabe, um festzustellen, ob der Chilikalisalpeter thatsächlich ein empfehlenswerthes Düngemittel für die Früchte ist, welche Kali in großen Mengen dem Boden entziehen, wie die Wurzel- und Hackfrüchte. Es ist ferner durch Versuche zu entscheiden, ob es nicht billiger sein wird, das Kali im Herbste als schwefelsaure Kali-Magnesia und den Stickstoff im Frühjahr als Chilisalpeter zu geben, als beide Nährstoffe im Herbste und Frühjahr in Form des Kali-Natronsalpeters dem Felde zuzuführen.

Capitel IV.

Die kalireichen Dungmittel.

§ 289.

Die hohe Bedeutung des Kali für die Pflanzen, die verhältnißmäßig großen Mengen, welche diese von jenem gebrauchen, das Vorkommen desselben als Mineral im Allgemeinen und im Boden im Besonderen ist im ersten Bande darzulegen versucht worden. Hier sollen die specifisch kalireichen Dungstoffe besprochen werden. Bevor wir jedoch hierzu übergehen, ist es zu untersuchen nothwendig, ob der Landwirth stets die in Rede stehenden Dungstoffe anwenden muß, und wenn dies verneint werden sollte, unter welchen Verhältnissen dieselben entbehrlich und unter welchen ihre Verwendung geboten ist.

A. Die Zufuhr von specifisch kalihaltigen Dungstoffen für eine Gruppe von Gütern nicht nothwendig.

a. Wege für die Lösung dieses Ausspruchs.

Die zuverlässigste Beantwortung für die Untersuchung über die Nothwenigkeit oder Entbehrlichkeit der Zufuhr von Kali zum Boden erhalten wir einerseits durch Vergleichung der Kalimenge, welche bei einer bestimmten Fruchtfolge mit den daselbst üblichen Erträgen dem Morgen entzogen wird mit der Menge an Kali, welche die betreffende Fläche durch die in der Zeit stattfindende Düngung zurück erhält und anderseits durch Vergleichung des Gesammt-Exports mit dem Gesammt-Import eines Gutes an Kali, und zwar muß vor allem der letztere Weg, sobald genaue und zuverlässige Angaben über Ex- und Import vorliegen, am besten zum Ziele führen, da bei ersterem immer der eine Factor, nämlich die Zusammensetzung des Stallmistes, keine bestimmte Größe ist.

§ 290.

b. Vergleich der Kali-Ausfuhr bei bestimmten Fruchtfolgen mit der Kalizufuhr durch den Stalldung.

Für diese Art der Beantwortung der Frage werde ich die Domaine Waldau, die Gutswirthschaft der Akademie Eldena und eine andere pommersche Wirthschaft mit den daselbst gebräuchlichen Fruchtfolgen und den üblichen Erträgen als Beispiele nehmen.

1. Die Domaine Waldau. Die auf diesem Gute befindliche Fruchtfolge und die daselbst üblichen Erträge sind bereits auf p. 172 beschrieben; nach der daselbst angestellten Rechnung werden in Waldau durch eine Fruchtfolge dem Morgen 263,1 ℔ Kali entzogen. Waldau düngt in der Zeit, wie bereits angegeben, mit 500 Ctnr. Stallmist; derselbe enthält nach der Analyse Völcker's für 3 Monate und 11 Tage alten Dung (p.146 u. f.) 685,75 ℔ (im wasserhaltigen Dünger 1,3715 %), und nach Hoffmann 845 ℔, somit wird hier dem Boden durch den Stalldung wesentlich mehr Kali zugeführt, als ihm durch die Ernten entzogen wird.

2. Die Gutswirthschaft der Akademie Eldena.[1])

Das Gut hat eine Größe von 1911 Morgen und wird in zwei Rotationen, von denen die eine 8 Schläge à 95 Morgen und die andere 10 Schläge à 45 Morgen umfaßt, bewirthschaftet; 311 Morgen kommen auf die Akademie und das Dorf und den Rest bilden Wiesen, Weiden und Unland. Die Ackerkrume besteht aus lehmigem Sand mit wenig Thon; der Untergrund ist theilweise reicher an Thon; die Felder sind meistens drainirt. Die climatischen Verhältnisse, sowie Lage, sind dem Pflanzenwuchse sehr günstig.

Die Fruchtfolge der größeren Schläge ist: 1) Brache (gedüngt), 2) Rübsen (breitwürfig), Raps (gedrillt) $^2/_3$, $^1/_3$ mit Johannisroggen, 3) Weizen oder Roggen, resp. Hafer, 4) Hackfrüchte (gedüngt), 5) Sommerweizen (Gerste), 6) Mäheklee, 7) Weideklee, 8) Roggen (gedüngt mit halb Guano und halb Knochenmehl, pro M. 1 Ctr.).

Die der kleineren Schläge. 1) Grünwicken (für die Sommerstallfütterung), 2) Weizen (gedüngt), 3) Hafer, 4) Kartoffeln (gedüngt), 5) Gerste, 6) Mäheklee, 7) Weideklee, 8) Weizen oder Roggen (gedüngt wie bei der ersten Fruchtfolge 8), 9) Mengekorn (Hülsenfrüchte, gedüngt) und 10) Roggen.

Die Erträge pro Morgen stellen sich nach 10jährigem Durchschnitt, wie folgt:

---

[1]) Die Angaben über die Wirthschaft verdanke ich der Güte des Herrn Oeconomierath Dr. Rhode.

	Körner, resp. Wurzel und Knollen.		Stroh, resp. Blätter.	
Rübsen . . .	9	Schff.	1800 ℔	
Weizen . . .	12	"	2018 "	
Roggen . . .	11	"	2000 "	
Gerste	12½	"	1200 "	
Hafer	19½	"	1430 "	
Kartoffeln . .	80	"	3000 "	
Runkelrüben .	250	Ctr.	6000 "	
Wrucken . . .	250	"	4000 "	
Möhren . . .	300	"	2000 "	
Mäheklee . . .	—	"	3000 "	(Heu)
Weideklee . .	—	"	2000 "	(")
Mengekorn [1]) .	18½	"	1700 "	

Die erste Rotation erhält 360 Ctr. Stalldung und 1 Ctr. Guano und Knochenmehl, und die zweite 510 Ctr. Stalldung und 1 Ctr. Guano und Knochenmehl (resp. Superphosphat).

Der Export an Kali berechnet sich hiernach, wie folgt:

Rotation I.

1. Rübsen . . .	51,55 ℔
2. Weizen . . .	17,94 "
3. Runkeln . . .	179,99 "
4. Gerste	13,30 "
5. Mäheklee . . .	59,31 "
6. Weideklee . . .	39,55 "
7. Roggen . . .	20,53 "
Summa:	393,00 ℔

Rotation II.

Grünwicken . . .	64,80 ℔
Roggen	20,53 "
Hafer	16,77 "
Kartoffeln . . .	54,73 "
Hafer	16,56 "
Mäheklee	59,31 "
Weideklee . . .	39,55 "
Roggen	20,53 "
Hülsenfrüchte . .	19,32 "
Roggen	20,53 "
Summa:	332,63 ℔

Die erste Rotation erhält durch die 360 Ctr. Stalldung nach **Völcker** 493,74 ℔ und die zweite durch die 510 Ctr. 699,76 ℔ Kali; es wird somit dem Boden durch den Dünger bedeutend mehr Kali zugeführt, als demselben durch die Ernten entzogen wird.

3. Ein anderes Gut in Vorpommern.

Der Boden ist humoser, lehmiger Sand mit wenig Thon; climatische Verhältnisse und Lage sind dem Pflanzenwachsthum ebenfalls sehr günstig;

[1]) ½ Erbsen, ¼ Gerste, ¼ Hafer.

ganze Stallfütterung; das Gut wird in 2 Rotationen in der Art bewirthschaftet, daß die Schläge der einen (II) noch halbirt sind und die Hälften für sich eine Fruchtfolge haben, welche auf beiden wechselnd ist; die Fruchtfolge, sowie die durchschnittlichen Erträge zeigt die folgende Tabelle.

Rotation	Ertrag an Körnern resp. Knollen Schff. resp. Ctr.	Ertrag an Stroh resp. Kraut Ctr.	Gehalt der Ernte an Kali ℔
I.			
Winterkorn (gedüngt) . . .	12	22	19,06
Kartoffeln	70	20	46,22
Gerste (gedüngt)	14	15	17,11
Mähekleе (einmal gemäht) .	—	15	29,65
Summa:			112,04
II. a.			
Winterkorn (gedüngt) . . .	8	18	17,54
Hafer	18	15	17,08
Hackfrüchte (gedüngt) . . . (Wrucken)	300	40	125,68
Gerste	12	14	15,63
Lupinen	8	15	32,55
Summa:			208,48
II. b.			
Roggen	8	18	17,54
Erbsen (gedüngt)	6	12	19,32
Hafer	15	12	13,80
Mähekleе	—	20	39,54
Grünfutter (gedüngt) (Wicken) . .	—	120	64,80
Summa:			155,00

Die erste Rotation erhält 400 Ctr. Stalldung, welcher nach der Analyse von Völcker 548,60 ℔ Kali enthält. Bei der zweiten wird zu Hackfrüchten und Grünfutter mit 300 und zum Wintergetreide und Erbsen mit 200 Ctr. gedüngt; der Morgen erhält also in beiden Hälften 500 Ctr. Stallmist, in welchem nach Völcker 685,75 ℔ Kali dem Boden zugeführt werden.

Diese drei Beispiele, glaube ich, genügen, um zu zeigen, daß bei Wirthschaften, wie sie hier beschrieben, eine Düngung mit specifisch kalihaltigen Dungstoffen durchaus nicht erforderlich ist. Es sind dies Güter, welche von den Feldfrüchten nur Körner exportiren, welche ferner gute Wiesenverhältnisse haben, Futterbau und verhältnißmäßig starke Viehzucht treiben. Hierher

gehören natürlich auch solche Güter, welche starken Kartoffelbau mit Brennereien haben.

Güter der eben beschriebenen Art finden wir vorherrschend im nördlichen Deutschland, so daß im Allgemeinen den Landwirthen dieser Gegend ein Kauf von specifisch kalihaltigem Dünger nicht anzurathen ist.

§ 291.

c. Vergleichung des Gesammt-Exportes mit dem Gesammt-Importe des Kali.

Was sich soeben durch Vergleichung der Kaliausfuhr bei bestimmten Fruchtfolgen mit ihren üblichen Erträgen und dem im Stalldünger zugeführten Kali ergeben hat, geht ebenfalls aus der Vergleichung des Gesammt-Exportes mit dem Gesammt-Importe solcher Güter hervor; auch hier übertrifft das importirte Kali bedeutend das Exportirte, wie dies aus den folgenden Rechnungen hervorgeht.

1. Die Rechnung von F. Crusius.

Die Größe des Gutes, sowie das Verhältniß zwischen Ackerland und Wiesen, die Beschaffenheit dieser, Fruchtfolge, Düngung ꝛc., ist bereits p. 407 beschrieben.

Wenn wir hier von der speciellen Darlegung der Rechnung absehen und nur das Haupt-Resultat derselben ins Auge fassen, so hat dieselbe für das Kali ergeben, daß in den 16 Jahren von 1845—1860 an Kali vom Gute exportirt wurden 674,87 Ctr. Dagegen erhielt dasselbe durch den Kauf von Futterstoffen 98,81 Centner und durch das Wiesenheu 1020,60 Ctr., also in Summa 1119,41 Ctr., mithin wurde das Gut um 444,54 Ctr. Kali in den 16 Jahren bereichert, was sich für das Jahr auf 2778 ℔ und für den Morgen jährlich auf 4,15 ℔ berechnet.

2. Rechnung von G. Schmied aus Walkenried.

Nähere Angaben über Größe des Gutes, Beschaffenheit u. s. w. liegen nicht vor.

Nach der detaillirt vorgeführten Rechnung sind im Jahre 1860/61 an Kali exportirt worden . . . 2855 ℔
dagegen importirt . . . . 9038 „
mithin mehr importirt . . . . 6183 ℔

Bei dem Importe an Kali sind die Wiesen mit 4272 ℔ betheiligt; der Rest ist durch Kauf von Futterstoffen (Hafer, Wicken, Roggen und Oelkuchen mit 2002 ℔), sowie durch Dungstoffe (zugekaufter Mist mit 1789 ℔, Guano und Holzasche mit 975 ℔) erhalten worden.

3. Rechnung von Stohmann über die Wirthschaft Schlanstedt des Herrn Amtsrath Rimpau; letzterer hatte die Aus- und Einfuhr-Tabellen der 24 Jahre 1839—63 ersterem zur Verfügung gestellt, von dem sie in sechsjährigen Zeitabschnitten gruppirt sind.

Die Wirthschaft, welche intensiv betrieben wird, unterstützen noch die folgenden technischen Gewerbe: eine Brauerei, für welche Gerste zugekauft wird, eine Zuckerfabrik mit einem Betriebe von 150,000 Ctr. Rüben und eine seit 1861 combinirte Kartoffel- und Melassen-Spiritus-Brennerei, für welche große Mengen, sowohl Kartoffeln als Melasse, zugekauft werden. Ferner werden bedeutende Mengen Futterstoffe (Oelkuchen, Hafer, Bohnen, Erbsen, Wicken und Kleie), sowie Dungstoffe (Guano und Knochen-Präparate) eingeführt.

Für diese Wirthschaft stellt sich die Berechnung der Aus- und Einfuhr des Kali, wie folgt:

In den Jahren:		Ctr. Kali:
1839/45	Einfuhr	497,6
	Ausfuhr	366,2
	mehr der Einfuhr	131,4
1845/51	Einfuhr	700,3
	Ausfuhr	666,7
	mehr der Einfuhr	33,6
1851/57	Einfuhr	1066,9
	Ausfuhr	1100,8
	mehr der Ausfuhr	33,9
1857/63	Einfuhr	2294,2
	Ausfuhr	1075,6
	mehr der Einfuhr	1218,6
1839/93	Einfuhr	4559,0
	Ausfuhr	3209,3
	mehr der Einfuhr	1349,7
somit jährlich	Einfuhr	190,0
	Ausfuhr	133,7
	mehr der Einfuhr	56,3

Somit haben wir auch bei dieser intensiv geführten Wirthschaft mit bedeutendem Rüben- und Kartoffelbau ohne Zufuhr der specifisch kalihaltigen Dungsalze eine Bereicherung des Bodens an Kali.

4. Domaine Waldau.

Nach einer von mir ausgeführten Rechnung exportirte Waldau im Jahre 1860/61:

Durch den Verkauf von Feld-Producten	985,3 ℔	Kali
" " " " Vieh und Vieh-Producten .	115,4 "	"
in Summa:	1100,7 ℔	Kali

Eingeführt wurde dagegen:

Durch den Kauf von pflanzlichen Stoffen	770,5 ℔	Kali
" " " " Dungstoffen (Guano) . . .	143,5 "	"
" " " " Thieren	10,7 "	"
in Summa:	924,7 ℔	Kali
und durch das Wiesenheu	8715,0 "	"
somit mehr ein- als ausgeführt:	8539,0 ℔	Kali

Ferner im Jahre 1861/62 wurde ausgeführt:

durch den Verkauf von Feld-Producten	1289,3 ℔	Kali
" " " " Vieh und Vieh-Producten .	153,6 "	"
in Summa:	1442,9 ℔	Kali

Eingeführt wurde:

Durch den Kauf von pflanzlichen Stoffen	705,0 ℔	Kali
" " " " Guano	184,4 "	"
" " " " Thieren	15,8 "	"
in Summa:	906,1 ℔	Kali
und durch das Wiesenheu	8947,4 "	"
somit mehr ein- als ausgeführt:	8410,6 "	"

Im Jahre 1862/63 wurde ausgeführt:

Durch den Verkauf von Feld-Producten	697,2 ℔	Kali
" " " " Vieh und Vieh-Producten .	203,4 "	"
in Summa:	900,6 ℔	Kali

Eingeführt wurde dagegen:

Durch den Kauf von pflanzlichen Stoffen (Futterstoffen)	360,1 ℔	Kali
" " " " Thieren	0,9 "	"
in Summa:	361,0 ℔	Kali
und durch das Wiesenheu[1])	6810 "	"
somit mehr ein- als ausgeführt:	6270,4 ℔	Kali

5. Von einem anerkannt ausgezeichnet bewirthschafteten hannoverschen Gute, nach einer Rechnung von Rautenberg.

Das Verhältniß zwischen Ackerland, Wiesen und Anger, sowie die Beschaffenheit derselben 2c. ist bereits p. 410 beschrieben.

[1]) Die Wiesen sind zum Theil Pregelwiesen, deren Ertrag oft unsicher ist, da der Pregel nicht selten kurz vor dem Mähen seine Ufer übertritt und so die Ernte bedroht.

Die der Rechnung zu Grunde gelegten Zahlen über die Aus- und Einfuhr der einzelnen Stoffe sind nach 6jährigem Durchschnitt gezogen.

Nach der Rechnung von Rautenberg enthält:

die Gesammtmenge des Eingeführten . . .	7028 ℔	Kali
„ „ „ Ausgeführten . . .	3841 „	„
somit eine Bereicherung des Ackerlandes um .	3187 ℔	Kali.

6. Domaine Proskau.

Die Größe der Domaine, das Verhältniß zwischen Ackerland und Wiesen, die Beschaffenheit beider u. s. w. ebenfalls bereits p. 292 angegeben.

Nach der Rechnung von Prof. Krocker sind im Durchschnitte der 10 Jahre 1853/54 bis 1862/63 jährlich

ausgeführt an Kali	4531 ℔
dagegen eingeführt	10570 „
somit mehr eingeführt . .	6039 ℔

§ 292.

d. Folgerungen aus den Rechnungen.

Auch diese Rechnungen über den Gesammt-Ex- und Import mehrerer Güter, sowie die unter a. Angeführten zeigen, daß bei solchen Wirthschaften, welche von den Feldfrüchten nur Körner ausführen, ferner Wiesen von natürlicher Fruchtbarkeit haben und starke Viehzucht treiben, das Feld eine Zufuhr von spec. kalihaltigen Dungstoffen nicht bedarf, sondern daß es jährlich bedeutend an Kali bereichert wird.

In Betreff der Wiesen sei hier nochmals hervorgehoben, daß nur solche Wiesen die Kaliausfuhr, welche die Aecker durch den Verkauf von Feldfrüchten ꝛc. erleiden, zu decken im Stande sind, welche durch natürliche Bewässerung — Ueberschwemmungen — oder künstliche — Ueberstauung, Berieselung — jährlich regelmäßig gedüngt werden. Daß nur ein Wasser, welches die zur Düngung erforderlichen Bestandtheile enthält, die erwähnte günstige Wirkung auszuüben im Stande ist, bedarf natürlich kaum erwähnt zu werden.

Die Zusammensetzung einiger Flußwasser ist bereits Bd. I. p. 210 und 211 angegeben; die dort angeführten Analysen zeigen, daß diese Wässer für die Kalizufuhr zum Boden die hierzu nothwendige Menge dieses Körpers reichlich darbieten. Weiteres hierüber im Kapitel „die Bewässerung"

Wiesen dagegen, welche weder durch natürliche, noch künstliche Bewässerungen gedüngt werden, können natürlich dem Acker

einen Ersatz für die von ihm exportirten Stoffe nicht bieten, da sie ja ebenfalls der Düngung bedürfen. Bei diesen ist die Bereicherung, welche durch das Heu derselben dem Ackerlande zu Theil wird, nur eine scheinbare, da sie nur auf Kosten der Fruchtbarkeit jener erfolgt.

Wie die Beschaffenheit der Wiesen für die soeben ventilirte Frage von großer Bedeutung ist, so gilt dasselbe von dem Verhältniß derselben zum Ackerlande.

In Betreff der Größe der Wiesen im Vergleich zum Acker sei hier kurz erwähnt, daß, um die Kaliausfuhr zu decken, für 1 Ctr. Heu exportirt werden können:

ca.	2,5	Preuß. Schff.	Weizen,
„	2,3	„	Roggen,
„	3,3	„	Gerste,
„	5,2	„	Hafer,
„	1,4	„	Erbsen,
„	1,0	„	Bohnen,
„	2,0	„	Raps,
„	2,0	„	Kartoffeln u. s. w.

§ 293.

B. Nothwendigkeit der Zufuhr specifisch kalihaltiger Dungstoffe für die andere Gruppe von Gütern.

Ganz anders gestaltet sich dagegen die Frage über die Nothwendigkeit der Zufuhr der in Rede stehenden Dungstoffe bei solchen Gütern, welche Rübenbau (Zuckerrüben, Cichorien ꝛc.) zum Export treiben, wie dies z. B. in der Provinz Sachsen in ausgedehntem Maße der Fall ist; hier ist eine Zufuhr von specifisch kalihaltigen Dungstoffen durchaus geboten, da durch den Rübenbau dem Felde sehr bedeutende Mengen von Kali entzogen werden, welche ihm auf gewöhnlichem Wege nicht, oder wenigstens nur in Ausnahmefällen, ersetzt werden können. Durch 1 Ctr. Zuckerrüben entziehen wir dem Felde 0,359 ℔ Kali; da nun die Ernte pro Morgen in 140—200 Ctr. besteht, so verliert der Morgen durch dieselbe 50,26—71,80 ℔ Kali, vorausgesetzt daß die Blätter, deren Menge 40—80 Ctr. beträgt und in denen noch 50,6—101,2 ℔ Kali enthalten ist, dem Gute verbleiben. Dasselbe gilt von den Kartoffeln, wenn diese exportirt werden, sowie vom Wein- und Tabaksbau.

Folgende von Karmrodt ausgeführte Rechnung einer Wirthschaft, welche seit Jahren schon Rüben=

bau für die Zuckerfabrikation treibt, möge zur Illustration des Gesagten dienen. Das Gut besteht aus 1717 Morgen ohne Wiesen.

Die Ausfuhr des Gutes war:

Von den Ernten.	103812 ℔	Kali.
„ dem Viehstande	473 „	„
Summa der Ausfuhr. . . .	104285 ℔	Kali.

Einfuhr:

Im Saatgut erhielt der Boden	1021 ℔	Kali
An den Viehstand wurden gegeben		
a) aus der Wirthschaft	74875 „	„
b) zugekauft an Futter (Wiesenheu, Oelkuchen) .	4967 „	„
Zugekauft an Dünger (Peruguano, Latrine). . .	8439 „	„
somit Gesammt-Zufuhr	89302 ℔	Kali
also Verarmung des Gutes um	14983 „	„

Diese jährliche Mehrausfuhr von 16983 ℔ Kali, welche nebenbei bemerkt durch eine Heuernte von 12894 Ctr. ersetzt werden könnte, zeigte sich in der Wirthschaft bald sehr empfindlich durch geringere Ernten und Rüben von geringerer Qualität.

Ohne hier weitere Rechnungen aufzuführen, glaube ich, daß diese eine genügen wird, um die Nothwendigkeit der Zufuhr specifisch kalihaltiger Dungstoffe für solche Güter, welche Rübenbau u. s. w. für den Export (resp. Zuckerfabrik) treiben, darzuthun.

§ 294.

C. Resumé.

Fassen wir jetzt nochmals das aus der bisherigen Betrachtung Resultirende kurz zusammen, so sehen wir, daß die Zufuhr von specifisch kalihaltigen Dungstoffen zwar nicht für alle Güter, doch aber für eine ziemliche Anzahl derselben nothwendig ist. Alle die Güter, welche durch den Bau und Verkauf von an Kali reichen Früchten — wie Zuckerrüben, Mohrrüben, Cichorien, Kartoffeln Wein, Tabak 2c. — dem Boden jährlich bedeutende Mengen Kali entziehen und demselben durch den Ertrag von Wiesen von natürlicher Fruchtbarkeit und durch die Viehzucht — durch Kauf von Futterstoffen — nicht das durch den Verkauf der obengenannten Früchte decken, sind aufs Bestimmteste auf die Anwendung der in Rede stehenden Dungstoffe angewiesen. Dasselbe gilt natürlich auch von all den

Gütern, welche keine oder wenigstens in der Größe nicht entsprechende Wiesen von natürlicher Fruchtbarkeit besitzen. Eine genaue Berechnung der Aus- und Einfuhr der Nährstoffe, hier in spec. des Kalis wird stets am zuverlässigsten über die Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit der Zufuhr von Kali entscheiden. Derartige statistische Rechnungen sind, sobald die nöthigen Zahlen für dieselben vorliegen, leicht durchzuführen.

D. Die hierhergehörigen Dungstoffe.

§ 295.

a. Allgemeines.

Vor der Entdeckung des Kalireichthums des Staßfurter Abraumsalzes — Ende der 50ziger Jahre — würde es den eben näher bezeichneten Gütern, welche Kali importiren müssen, theilweise sehr schwer geworden sein, dieser Nothwendigkeit Folge zu leisten, da es an eigentlichen Kaliquellen fehlte. Man benutzte die Holzaschen, die Abfälle der Pottaschen-Fabrikation, die Abfälle der beim Schnitte des Weines erhaltenen Abfälle der Reben u. dergl. m., jedoch genügten diese Materialien dem Bedürfnisse an Kali nicht; der Verwendung anderer noch vorhandener Kaliquellen für die Landwirthschaft machten die vielen technischen Zwecke, für die das Kali von so außerordentlicher Wichtigkeit ist, solche Concurrenz, daß sie dieselbe nicht ertragen konnte. Durch die Entdeckung des Lagers von Staßfurt und Erkennung des Kalireichthums des sog. Abraums ist jedoch aller Noth nach Kaliquellen abgeholfen; wir haben hierdurch eine so große Menge von Kali, daß die Bedürfnisse der Landwirthschaft vollständig dadurch gedeckt werden.

§ 296.

b. Das Lager von Staßfurt.

Außer dem, was in Bd. I. p. 492, 493, 496 und 497 über die Beschaffenheit, die Art der Ablagerung und die daselbst vorkommenden Kalisalze angegeben ist, mag hier noch Folgendes über das großartige Salzlager im Magdeburg-Halberstädter Becken angeführt werden.

Dies Salzlager liegt in dem nördlich am Harze sich ausbreitenden Hügellande: die Grenzen desselben bilden einerseits der Harz und andererseits die nördlich von Magdeburg zu Tage tretende Grauwacke. An dem steil abfallenden Nordrande des Harzes lassen sich die senkrecht aufgerichteten Schichten deutlich verfolgen, welche nachher in mannigfacher Abänderung das Becken

ausfüllen. Es sind dies, sich an die Grauwacke anschließend, hauptsächlich: Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias, Jura, Schichten aus der Kreideformation und tertiäre Schichten. Am meisten ist der Buntsandstein verbreitet, in welchem das Steinsalz mit Gyps vorkommt, zuweilen, namentlich im östlichen Theile ist er von Muschelkalk bedeckt und südlich von Staßfurt sind darin mächtige und ausgedehnte Rogensteinlager (Oolit) enthalten.

Seit den ältesten Zeiten existirte in Staßfurt ein Salinenbetrieb, der im vorigen Jahrhunderte eine hervorragende Bedeutung erlangte. Die Saline gehörte anfangs dem Herzog von Anhalt, ging später an eine adelige Pfännerschaft über und wurde 1796 an den preußischen Fiskus verkauft; dieser stellte 1839 den Betrieb ein, da sich die Verarbeitung einer schwachen Soole nicht mehr lohnte, nachdem im thüringischen Becken an verschiedenen Stellen Steinsalz erbohrt war. Die Regierung ließ daher auch im Magdeburger-Halberstädter Becken Tiefbohrungen anstellen. In Staßfurt wurde im Jahre 1839 ein Bohrloch angesetzt, welches, nachdem man eine mächtige Schicht von 256 m durchdrungen, 1843 die oberste Decke des Salzgebirges erreichte. In dem Steinsalz wurde noch 325 m weiter gebohrt, ohne daß das Liegende des Salzlagers erreicht war und dann die Arbeit 1851 eingestellt.

Das Resultat dieses Bohrversuches war ein völlig überraschendes: statt einer gesättigten Kochsalzlösung wurde eine Salzlösung m t hohem Chlormagnesium- und Chlorkaliumgehalte erhalten. Bei einer Tiefe von 425 m ergab sich eine Soole von 1,3 spec. Gewicht und folgender Zusammensetzung:

Kochsalz	5,62%
schwefels. Magnesia	4,01%
Chlormagnesium	19,42%
Chlorkalium	2,24%
feste Salze:	31,29%

Es war dies ein sehr böses Resultat, welches leicht die Einstellung der ganzen Arbeit hätte zur Folge haben können. Doch geschah dies glücklicher Weise nicht, da diese Thatsache von Professor Marchand und Dr. Karsten dahin gedeutet wurde, daß nur die oberste Schicht des Salzlagers aus leicht löslichen Magnesiasalzen bestehe, dagegen unter demselben reines Steinsalz zu erwarten sei.

Bei der hohen Bedeutung der Angelegenheit für das ganze Land entschloß sich die preußische Regierung trotz der bisherigen, gerade nicht sehr ermuthigenden Resultate, gestützt auf die wissenschaftlichen Gutachten den Steinsalzbergbau in Staßfurt durch zwei Schächte zu eröffnen. So wurde denn am 4. December 1851 der erste Schacht „von der Heydt“ und am 31. Januar 1852 der zweite „von Manteuffel“ angehauen, und in 5 Jahren auf 333,5 m niedergebracht, nachdem von 256—280 m die Kali- und Magnesiasalze durchörtert waren.

Nach Abteufung dieser Schächte erwies sich die Ansicht von Marchand als richtig, da ein großartiges Lager sehr reinen Steinsalzes von mehr als 300 m Mächtigkeit gefunden wurde.

Durch die günstigen Resultate preußischerseits sah sich 1858 auch die anhaltinische Regierung veranlaßt, auf ihrem Gebiete in der Nähe von Staßfurt einen Tiefbau auf Steinsalz ins Leben zu rufen. Dann traten noch die Salzbergwerke Neu-Staßfurt, in Löderburg bei Staßfurt und

Douglashall bei Westeregeln hinzu; letzteres wurde 1883 an eine Aktiengesellschaft „Consolidirte Alkaliwerke" verkauft. Der Schacht „Ludwig II" östlich von Staßfurt, welcher in dieser Zeit ebenfalls abgeteuft war, wurde wieder verlassen, da man hier Steinsalz statt Kalisalze, wie erwartet, fand.

Der Zweck der Bohrungen war, Steinsalz zu finden. Dieser Zweck wurde erreicht, aber gleichzeitig wesentlich mehr: in den über dem Steinsalz liegenden Salzschichten wurde ein Reichthum an den für die Landwirthschaft und Technik so außerordentlich wichtigen Kalisalzen entdeckt, wie er nicht erwartet und wie ihn bisher Deutschland nicht gekannt hatte.

Die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt 760 Fuß, dieselbe erhielt den Namen „Abraum", weil sie weggeräumt werden mußte, damit man zum Steinsalz gelangen konnte. Durch die Entdeckung ihres Kalireichthums wurde sie bald für die Landwirthschaft und Technik von außerordentlicher Bedeutung.

Da angenommen wurde, das sogenannte Abraumsalz direct zur Düngung verwenden zu können, so wurden mit demselben viele Düngungsversuche in verschiedenen Gegenden angestellt; die Resultate derselben waren aber leider so variirend, daß man zu dem Schlusse gelangen mußte, daß das Abraumsalz als solches sich zur Düngung nicht eigne. Der Grund hiervon liegt einerseits in der großen Verschiedenheit der Zusammensetzung desselben und andererseits und zwar vor allem in dem hohen Gehalte an Chlormagnesium, einem der Vegetation entschieden schädlichen Salze.

Wenn daher das Kali des Abraumsalzes der Landwirthschaft nutzbringend sein sollte, so mußte das Chlormagnesium wenigstens zum Theil entfernt, d. h. es mußten reinere Kalisalze dargestellt werden.

Die Industrie, welche sich nach der Erkennung des Kalireichthums des Abraumsalzes desselben bemächtigte und für andere technische Zwecke Kalisalze aus demselben darstellte, kam dann auch der Landwirthschaft bald zu Hülfe. Seit Jahren bereits wird das Kali in solchen Verbindungen der Landwirthschaft dargeboten, daß dieselbe auch für sich den gehofften Nutzen aus diesem so reichen und unersetzbaren Lager zu ziehen im Stande ist.

Die folgenden Analysen charakterisiren die Beschaffenheit des rohen Abraumsalzes. (s. p 599.)

Diese Zahlen zeigen ganz abgesehen von dem schädlichen Chlormagnesium, daß von einem so verschiedenartig zusammengesetzten Dungstoffe keine gleichmäßigen Erfolge zu erwarten sind.

	I. v. Liebig	II. Grouven	III. Hellriegel	IV. Peters	V. E. Heiden
Kohlensaurer Kalk	—	—	4,4	0,33	—
Schwefelsaurer Kalk	—	—	19,1	2,00	4,66
Borsaure Magnesia	—	—	—	4,10	—
Schwefelsaure Magnesia	—	—	2,4	—	—
Chlormagnesium	31,49	20,80	—	22,73	12,10
Schwefelsaures Kali	15,79	9,28	2,0	19,21	7,18
Schwefelsaures Natron	14,34	10,88	1,9	17,21	—
Chlornatrium	2,69	38,48	57,5	29,08	33,46
Chlorkalium	—	—	—	—	14,49
Sand und Thon	—	1,09	5,6	1,76	6,74
Wasser	35,72	19,47	7,1	3,58	21,37
	100,03	100,00	100,00	100,00	100,00

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wurde dann von Staßfurt ein in seiner Zusammensetzung weniger variirendes Salzgemisch geboten, bei welchem ein Gehalt von circa 12 % Kali garantirt wurde und dessen Zusammensetzung die Analyse V des Verfassers zeigt. Hiermit war aber auch wegen des Gehaltes des Gemisches an dem schädlichen Chlormagnesium und dem hohen Chlornatrium der Landwirthschaft wenig gedient. Daher mußte die Industrie der Landwirtschaft noch weiter zu Hülfe kommen, um auch für sie das Kali des Abraumsalzes nutzbar zu machen.

Anhang.

In den letzten Jahren sind weiter noch Kalisalzlager bei Vienenburg am Harz, Provinz Hannover, entdeckt worden, welche fast gleiche geognostische Durchschnitte mit den Staßfurter Lagerstätten ergeben. Der Abbau hat 1884 begonnen.

Ferner haben Bohrungen, welche 1882 begonnen, am Huy bei Dingelstedt, etwa $1^1/_2$ Stunde nordwestlich von Halberstadt, günstige Resultate ergeben. Auch in Mecklenburg auf dem Rittergute Jessenitz bei Lübtheen ist ein Kali- und Steinsalzlager gefunden. Jessenitz ist von einer Actiengesellschaft erstanden, welche sich unter der Firma: „Kali- und Steinsalzbohrgesellschaft zu Hamburg" mit 6 Millionen Mark constituirt hat. Die Regierung läßt zwischen Jessenitz und Lübtheen bohren.

§ 297.

c. Die in dem Abraumsalze enthaltenen kalihaltigen Mineralien. [1])

1. Carnallit.

Der Carnallit, welcher die Hauptmasse des Kalirohsalzes in Staßfurt bildet, ist im reinsten Zustande wasserhell, kommt jedoch meistens durch Eisenoxyd roth bis rothbraun gefärbt vor. Bruch muschelig, spec. Gewicht 1,65. Der Carnallit krystallisirt in rhombischem System, wird jedoch selten deutlich krystallisirt gefunden, zerfließt bereits an der Luft und zersetzt sich namentlich in heißem Wasser in der Art, daß beim Erkalten Chlorkalium herauskrystallisirt und das gesammte Chlormagnesium, sowie ein Theil des Chlorkaliums in Lösung bleibt. Aus reinem Carnallit ist es somit leicht reines Chlorkalium darzustellen, da aber das gewonnene Rohsalz nicht rein ist, so erschwert dies die Darstellung des Chlorkaliums, des Salzes, welches zunächst aus dem Carnallit dargestellt wird.

Die folgenden Analysen zeigen die Verschiedenheit zwischen reinem und rohem Carnallit:

	Reiner Carnallit	Rohsalz
Chlorkalium	26,88	15
Chlormagnesium	34,20	20
Schwefels. Magnesia	—	16
Chlornatrium	—	25
Wasser u. s. w.	38,92	24
	10,000	100

	Neu Staßfurter Carnallit (H. Precht)
Wasser	27,43
Chlorkalium	16,66
Chlornatrium	20,27
Chlormagnesium	21,99
Schwefels. Magnesia	11,58
Schwefels. Kalkerde	0,07
Thon, Anhydrit, Eisenoxyd	2,00
	100,00

Wird Carnallit mit zu wenig Wasser in Berührung gebracht, so löst sich zuerst Chlormagnesium, während Chlorkalium ungelöst bleibt. Die Löslichkeit des Chlorkaliums steigt mit der Temperatur: 100 Theile Wasser lösen bei 0° C 19,2 Theile, bei + 18° C 34,5 Theile und bei 100° C 59,4 Theile Chlorkalium. Da bei der Fabrikation alles Chlorkalium zu lösen ist, so folgt aus obigem, daß der Carnallit in siedendem Wasser gelöst werden muß. Hierzu kommt noch, daß die Löslichkeit des Chlornatriums mit der Temperatur nur sehr wenig steigt: 100 Theile Wasser lösen bei 18° C 36 Theile und 100° C 40 Theile Chlornatrium. Chlormagnesium ferner verringert die Löslichkeit des Kochsalzes und der schwefelsauren Magnesia. Der im Rohsalze noch vorhandene Kieserit (schwefels. Magnesia) nimmt erst Wasser auf und wird dadurch zu einer festen, cementartigen Masse, so daß derselbe beim schnellen Lösen in wenig Wasser als unlöslich hingestellt werden kann. In Laugen von

[1]) Es werden hier die in dem Abraumsalze enthaltenen kalihaltigen Mineralien besprochen werden, so weit dies im ersten Bande nicht geschehen ist.

Kali- und Natronsalzen löst er sich dagegen leichter, da er mit denselben die löslichen Doppelsalze bildet. Auf diesen Eigenschaften der betreffenden Salze basiren vor allem die bei der Darstellung des Chlorkaliums aus dem Rohcarnallit in Anwendung befindlichen Verfahren.

2. Sylvin.

Dieses Mineral besteht im wesentlichen aus Chlorkalium und ist ein natürlich gebildetes Zersetzungs-Product des Carnallits. Es hat im reinsten Zustande die Formel K.Cl. und die Zusammensetzung

47,58 % Chlor und
52,42 % Kalium.

Der Sylvin ist meistens farblos, kommt jedoch auch röthlich bis braun gefärbt vor. Bruch eckig, specifisches Gewicht: 2,035.

In dem Abraumsalze wird der Sylvin nur in geringen Mengen gefunden.

3. Polyhalit.

Auch dieses Mineral findet sich in den Abraumsalzen nur in geringen Mengen, es kommt in Schnüren von 26—33 mm Stärke als Zwischenlagerung des Steinsalzes vor. Es ist meistens amorph, selten krystallinisch, von Farbe hellgrün, hat muscheligen Bruch und ein specif. Gewicht von 2,72.

In 100 Theilen besteht der Polyhalit aus:

	Rümpler.	Reichardt.
Wasser	5,75	7,47
Schwefelsaurem Kali	27,90	26,22
„ Magnesia . . .	19,76	20,56
„ Kalkerde . . .	42,64	43,44
Kochsalz (als Verunreinigung) .	3,49	0,58 (Chlormagnesium)
	99,54	98,27

Hiernach würde die Formel für dieses Mineral $KO\ SO^3 + MgO\ SO^3 + 2\ CaO\ SO^3 + 2\ HO$ sein. Mit Wasser behandelt löst sich vom Polyhalit vor allem das schwefelsaure Kali, während schwefelsaure Magnesia und schwefelsaure Kalkerde zum größten Theile ungelöst bleiben.

4. Kainit.

Dieses Mineral kommt in dem anhaltinischen Steinsalzwerk Leopoldshall und in dem von Neu-Staßfurt in größeren Mengen vor, in Staßfurt dagegen ist es bis jetzt, soweit bekannt, nur selten vorhanden und nicht gefördert worden.

Die Schächte in Leopoldshall wurden 1858 in Angriff genommen; 1862 begann die Förderung größerer Salzmengen. (Frank.) Nähere Angaben fehlen mir leider.

In Neu-Staßfurt begannen die ersten Bohrversuche im August 1869 durch die jetzige Gewerkschaft Neu-Staßfurt, welche 1874 beendet wurden. Während dieser Zeit wurden 7 Bohrlöcher niedergestoßen und 7 Felder mit

einem Flächenraum von 17,512000 □m erworben. Im Jahre 1872 entschloß man sich zum bergmännischen Angriff der erbohrten Lagerstätten und wählte den Schachtpunkt im Gemeindebezirk Löderburg dicht an der Staßfurt=Löderburger=Kohlenbahn zwischen dem fiskalischen Löderburger Braunkohlenschachte und dem Wege von Staßfurt nach Athensleben. Dieser Schacht war am 20. März 1876, also nach 37 1/2 Monat 303 m abgeteuft und ebenso hoch ausgemauert, es waren hierbei 8,128 m Diluvium, 243,4 m Buntsandstein, demnächst Anhydrit und von 245,7 m ab ein Steinsalzlager von ausgezeichneter Reinheit durchbrochen worden. Dies Steinsalzlager ist nur in 263, 278 und 300 m Tiefe durch Querschläge und auch im Streichen nach Süd und Nord bis zu je 100 m Länge aufgeschlossen worden und hat sich bei einer Mächtigkeit von 50 m überall bauwürdig gezeigt.

Das Liegende dieses Steinsalzlagers besteht aus einer ca. 50 m mächtigen Anhydrit= und demnächst aus einer 7 m mächtigen Mergelschicht unter denen das sehr werthvolle Kalisalzlager von 35 m Mächtigkeit abgelagert ist. Diese Kalisalzlagerstätte mit einem Einfallen von durchschnittlich 55—60°, wurde im Streichen nach Nordwest und Südost bis auf je 200 m aufgeschlossen und zeigte sich überall bauwürdig. Die reinen Carnallite reichen bis zu 278 m Sohle und gehen hier nach dem Ansteigen der Lagerstätte allmählich in Kainit über. Die Anschlüsse dieses Minerals, sowohl in dieser als auch in der 263 m Sohle, berechtigen zu der Annahme, daß man es hier mit einem sehr ausgedehnteu und mächtigen Kainit=Vorkommen zu thun hat.[1])

Außer in dem Magdeburger=Halberstädter Becken ist in Kalusz in den Ostkarpathen eine bedeutende Schicht Kainit in sehr reinem Zustande von mehr als 25 m Mächtigkeit gefunden worden.

Der Kainit kommt weiß, gelblich, röthlich bis fast schwarz vor, hat ein specifisches Gewicht von 2,131, ist im Vergleiche zu den übrigen Abraumsalzen von bedeutender Härte, splitterigem Bruch, krystallinisch, wird indeß in reinen Krystallen selten gefunden.

Die Zusammensetzung des Kainit zeigen die folgenden Analysen.

	Reichardt.	A. Völker.	Stohmann.	Märcker.
Wasser	17,37	15,61	14,49	14,5
Schwefelsaures Kali	32,12	23,93	23,47	24,0
Schwefelsaure Magnesia	22,87	17,25	17,75	16,5
Chlormagnesium	16,95	14,54	13,23	12,1
Chlornatrium	9,70	27,27	29,50	31,2
Schwefelsaure Kalkerde	—	0,95	1,56	1,5
Unlösliches	0,22	0,45		0,2

[1]) Diese Angaben verdanke ich einer Privatmittheilung von Neu=Staßfurt aus dem Jahre 1879. Jetzt ist sicherlich die Abteufung weiter vorgeschritten und auch schon die Kieserit= und Polyhalitregion bis in das folgende sehr mächtige Steinsalzlager (Anhydrit=Region) durchdrungen.

Die durchschnittliche Zusammensetzung des Kainits als bergmännisch gewonnenes Produkt, wie er gemahlen in den Handel kommt, ist:

Wasser	14,0
Schwefelsaures Kali	24,0
Schwefelsaure Magnesia	16,5
Chlormagnesium	13,0
Chlornatrium	31,0
Gyps und Thon	1,5
	100,0

Der Kainit besteht hiernach aus schwefelsaurem Kali, schwefelsaurer Magnesia und Chlormagnesium und hat die Formel $KOSO^3 + MgOSO^3 + MgCl + 6\ HO$. Kochsalz und Gyps, sowie das Unlösliche sind Verunreinigungen.

Während jetzt die obige Zusammensetzung für den Kainit fast allgemein als richtig anerkannt ist, wurde derselbe zuerst als bestehend aus schwefelsaurer Magnesia und Chlorkalium nach der Formel $KCl + 2MgO\ SO^3 + 6\ HO$ (z. B. J. Lehmann) angesehen. Aus den Analysen-Resultaten lassen sich beide Formeln ableiten. Da jedoch der Kainit an der Luft zerfließt und diese Eigenschaft weder die schwefelsaure Magnesia, noch das Chlorkalium haben, dieselbe aber das Chlormagnesium in hohem Grade besitzt, so muß angenommen werden, daß in dem Kainit Chlormagnesium als solches vorhanden ist, was noch dadurch weiter bestätigt wird, daß sich bei der Behandlung des Kainits mit Alkohol Chlormagnesium in demselben löst.

Der Kainit ist kein Mineral primärer Bildung, wie der Carnallit, sondern ein solches secundärer Bildung, entstanden aus dem Carnallit. Precht führt hierüber Folgendes an:

„Der Lösungs- und Auslaugungs-Prozeß durch das von oben hinzutretende Wasser ist in 2 verschiedenen Weisen erfolgt. War die Einwirkung von kurzer Dauer, so wurde aus dem Carnallit nur Chlormagnesium gelöst, und als Rückstand resultirte ein Gemenge von Kieserit, Steinsalz und Chlorkalium, das sogenannte Hartsalz. Durch langsame aber beschränkte Einwirkung des Wassers wurde mit dem Fortwaschen des Chlormagnesiums auch der Kieserit durch Aufnahme von Wasser leicht löslich, das Magnesiumsulfat trat mit Chlorkalium in Wechselwirkung, bildete Kalium-Magnesiumsulfat, welches sich mit dem gleichzeitig entstehenden Chlormagnesium zu Kainit vereinigte. Die erste Art der Zersetzung ist nur an wenigen Punkten in Leopoldshall und Douglashall, wo Hartsalz gefunden wird, vor sich gegangen, während die Kainitbildung wahrscheinlich überall an der Begrenzung der Carnallitregion gegen den Rogensteinsattel und gegen andere Punkte, wo das Wasser hinzutreten konnte, zu constatiren sein wird. Der Quantität nach tritt der Kainit immerhin gegen den Carnallit bedeutend zurück, aber die chemischen und physikalischen Eigenschaften verleihen demselben einen bedeutend höheren Werth."

5. Krugit.

Dieses Mineral ist ebenfalls wie der Kainit, in secundärer Bildung entstanden. Derselbe ist in Neu-Staßfurt in 2 Restern

in einer Tiefe von 300 m von H. Precht aufgefunden. Das eine Vorkommen des Minerals enthielt 3000—4000 kg das andere 2500 kg; im ersten Falle war das Mineral meist grau durch Bitumen gefärbt, im zweiten weiß; Unterschiede in chemischer und physikalischer Beziehung waren nicht vorhanden. Die Zusammensetzung des Krugits nach H. Precht ist wie folgt:

	I.	II.
Wasser	4,16	4,20
Schwefelsaures Kali	18,60	17,85
Schwefelsaure Magnesia	13,71	13,34
Schwefelsaure Kalkerde	63,15	63,85
Chlornatrium	0,38	0,80
	100,00	100,04

Hieraus ergiebt sich für den Krugit die Formel $KaO\ SO^3 + MgO\ SO^3 + 4\ CaO\ SO^3 + 2\ HO$. Diese Formel verlangt etwas mehr schwefelsaures Kali (19,90%) und etwas weniger Gyps (62,24%), an schwefelsaurer Magnesia 13,74 und an Wasser 4,12%.

§ 298.

d. Die außer den Kalisalzen in dem Abraum vorkommenden Mineralien.

1. Steinsalz.

Das Steinsalz ist Chlornatrium und hat daher die Formel $NaCl$. Gewöhnlich wird es nur krystallinisch gefunden, die Krystallform ist der Würfel, in den oberen Schichten des Abraumsalzes kommt es zuweilen indeß auch in octaedrischen Krystallen vor, die zu Drusen vereinigt sind.

2. Kieserit.

Dieses Mineral ist amorph, weißlich grau, hat ein specifisches Gewicht von 2,517 und besteht nach Siewert und Leopold aus

87,1% schwefelsaurer Magnesia und
12,9% Wasser,

woraus sich die Formel $MgO\ SO^3 + HO$ ergiebt. Der gemahlene Kieserit nimmt mit Wasser übergossen dieses langsam auf und geht so in Bittersalz: $MgO\ SO^3 + 7\ HO$ über. Bittersalz wird daher auch in dem Staßfurter Abraumsalze gefunden: es ist aus dem Kieserit entstanden und besteht aus derben wie geflossen erscheinenden, durchsichtigen bis undurchsichtigen Massen. (A. Rümpler.)

3. Anhydrit.

Dieses Mineral findet sich in Schnüren im untersten Theile des Steinsalzlager in dichter Form; in den oberen Schichten kommt es zuweilen in säulenförmigen, rhombischen Krystallen vor. Die Farbe ist weiß bis weißgrau, auch grauschwarz, es ist wasserfreier Gyps, Formel: $CaO\ SO^3$.

4. Tachhydrit.

Die Formel für dieses Mineral ist nach Rammelsberg $CaCl + 2\ MgCl + 12\ HO$. Da dasselbe aus Chlorkalium und Chlormagnesium, zwei sehr zerfließlichen Salzen besteht, so ist es das zerfließlichste aller Staßfurter Salze. Die Farbe desselben ist wachs- bis honiggelb, das specifische Gewicht 1,671 und sein Vorkommen nur in den obersten Schichten des Lagers; meist mit Kieserit und Carnallit verwachsen.

5. Boracit.

Der Boracit besteht aus borsaurem Natron mit mehr oder weniger Chlormagnesium und kommt in der ganzen oberen Schicht des Lagers, vertheilt in Kugelform von ganz klein bis Kopfgröße, seltener in Krystallen, vor. Dieses Mineral dient zur Darstellung der Borsäure, deren Production jedoch jährlich nur einige hundert Centner erreicht.

Außer diesen Mineralien kommt noch, aber selten, Astrakanit aus schwefelsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia bestehend nach der Formel: $NaO\ SO^3 + MgO\ SO^3 + HO$ zusammengesetzt, vor, ferner Schwefelkies, welcher von A. Rümpler in sehr schönen, rein würfelförmigen Krystallen von zuweilen 1 cm Länge auf Anhydrit aufgewachsen gefunden worden ist und dann gediegener Schwefel in Form von Anflügen und auch in Knauern von Erbsen- bis Bohnengröße.

Schließlich ist noch, aber sehr selten, ein Mineral das bis jetzt noch keinen Namen erhalten hat, nach Rümpler gefunden worden, welches aus Eisenoxydul und Phosphorsäure besteht, also ähnlich der Blaueisenerde zusammengesetzt ist. Es beweist dies wieder die so sehr allgemeine Verbreitung dieses so sehr wichtigen Pflanzennährstoffes. Rümpler fand Phosphorsäure bis zu 0,2% in grauen und blauen Boraciten und hat dieselbe auch in den meisten Fabrikaten (Rückständen, Laugen, Schlämmen u. s. w.) nachgewiesen.

Durch den Nachweis des Vorkommens der Phosphorsäure ist eine Erklärung für das Auftreten des oktaedrischen Kochsalzes gefunden, da dieses bis jetzt nur aus Lösungen erhalten worden ist, welche Phosphorsäure enthielten.

§ 299.

e. Die Fabrikation des Chlorkaliums.

Da das Chlorkalium das zunächst aus den Kali-Rohsalzen dargestellte reine Kalisalz ist, aus dem einerseits die anderen reinen Kalisalze dargestellt und andererseits die bei der Fabrikation dieses Salzes sich ergebenden Rückstände ꝛc., zu Düngersalzen verarbeitet werden, so ist hier die Darstellung des Chlorkaliums zunächst näher zu besprechen.

Das Rohmaterial für die Fabrikation des Chlorkaliums ist der Carnallit, wohl noch richtiger als Rohsalz, Carnallitsalz bezeichnet. Dieses Rohsalz besteht nach einer gleich bei der bergmännischen Gewinnung durch Handscheidung, resp. Ausklaubung der stärkeren Steinsalzbänke vorgenommenen Aufbereitung in 100 Theilen nach A. Frank aus:

circa 55—65 Theilen Carnallit = 16% Chlorkalium,
„ 20—25 „ Steinsalz
„ 15—20 „ Kieserit
„ 2— 4 „ freies Chlormagnesium und Tachhydrit,

sowie geringen Mengen unlöslichen Anhydrits, Boracits, Mergels, Eisenglimmer u. s. w.

Die Chlorkaliumfabrikation zerfällt im Wesentlichen in 4 Operationen:

1. Lösen des Rohsalzes.
2. Verdampfen der Mutterlauge,
3. Lösen des künstlichen Carnallits,
4. Reinigung des auskrystallisirten Chlorkaliums.

Das Lösen des Rohsalzes geschieht entweder durch Auflösen in Wasser, welches durch direct einströmende Dämpfe erhitzt wird (ältere Methode) oder durch Auflösen des Rohsalzes in einer schon vorher möglichst vorgewärmten Chlormagnesiumlösung, deren Lösefähigkeit ebenfalls durch Dampfeinströmung weiter erhöht wird.

Bei der ersten Methode gelangt das in verschiedener Größe gelieferte Rohsalz, nachdem es mittelst Steinbrecher oder Mühlen zerkleinert ist, durch Elevatoren in die Lösekessel von etwa 12 Cubimeter Inhalt. Gleichzeitig werden gespannte Wasserdämpfe eingeleitet und so Chlorkalium und Chlormagnesium gelöst, während Steinsalz und Kieserit ungelöst bleiben. Die erhaltene heiße Löselauge von 1,32 specifischem Gewicht wird zunächst in besonderen Gefäßen durch Klären von den suspendirten Bestandtheilen (Kieserit und Thonschlamm) befreit und kommt dann in eiserne Krystallisationskästen, in denen bei der in 2 bis 3 Tagen erfolgten Abkühlung ein Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium auskrystallisirt. In einigen Fabriken wird die heiße Rohsalzlösung mit Wasser verdünnt, wodurch die Ausscheidung von Chlornatrium vermindert und eine Krystallisation von fast reinem Chlorkalium erhalten wird. Die Löselauge von cr. 32° B. hat nach der Qualität der verwendeten Rohsalze eine etwas verschiedene Zusammensetzung. Frank ließ 2 Analysen davon von Becker anfertigen, wonach sich folgende Zusammensetzung ergab.

	I.	II.
Chlorkalium	9,65	10,24
Chlornatrium	6,89	6,22
Chlormagnesium	14,62	15,73
Schwefelsaure Magnesia . . .	4,11	3,74

Die nach der ersten Krystallisation gewonnene Mutterlauge wird zur weiteren Gewinnung des in derselben vorhandenen Chlorkaliums und Ausscheidung des gelösten Chlornatriums und der schwefelsauren Magnesia weiter eingedampft. In den ersten Jahren, als die Preise für Chlorkalium hoch und die Fabrikation verhältnißmäßig billig, fand noch ein zweites Abdampfen statt; jetzt jedoch, wo die Preise für Chlorkalium wesentlich gefallen und die Fabrikationskosten gestiegen sind, wird die Mutterlauge nur einmal aber gleich soweit eingedampft, daß fast alles Chlorkalium als Carnallit auskrystallisirt. Die dann verbleibende Mutterlauge enthält nur noch 1,0% bis 1,2% Chlorkalium, welches eine weitere Eindampfung nicht mehr lohnt.

Das bei der ersten Krystallisation gewonnene Chlorkalium wird durch Waschen — Decken — mit kaltem Wasser gereinigt. Zu diesem Behufe wird das Salz in hohe Bottiche gefüllt und möglichst kaltes Wasser daraufgegeben. Da Chlorkalium in kaltem Wasser weniger löslich ist, als Chlornatrium, so löst sich auch von ersterem weit weniger als von letzterem und es wird je nach der Menge des verwendeten Wassers ein Chlorkalium von 80 bis 95% erhalten. Das noch viel Chlorkalium enthaltende Waschwasser wird entweder bei der Rohsalzlösung verwendet oder mit den anderen Laugen verdampft.

A. Frank sagt über Fabrikation des Chlorkaliums sehr richtig: Feste Regeln lassen sich nicht geben, da es hier, wie überall in der Technik, eben nicht darauf ankommt, das Rohmaterial bis zur äußersten Grenze auszubeuten, sondern einen Mittelweg einzuschlagen, der bei möglichster Ausnutzung des Rohstoffes die massenhafte und billigste Darstellung des Fabrikats durch höchste Ausnutzung der Anlagen und der Arbeitskräfte, wie durch raschen Kapitalumschlag gewährt."

Zu 100 Kilo Handelswaare von 80% Chlorkaliumgehalt sind 750—800 kg. 75—80% Rohsalz von 16 kg Chlorkaliumgehalt erforderlich.

Bei der 2. Methode der Rohsalzverarbeitung wird das gemahlene Rohsalz mit erhitzter Chlormagnesiumlauge unter beständigem Umrühren mittelst mechanischer Rührwerke behandelt. Chlorkalium, resp. Carnallit ist nämlich in einem Ueberschuß von heißer Chlormagnesiumlauge löslich, während sich Chlornatrium sehr wenig und Kieserit fast garnicht darin löst. Der Carnallit des Rohsalzes löst sich so in der Chlormagnesiumlauge auf und krystallisirt beim Erkalten fast vollständig aus; die Mutterlauge dient fortwährend zu neuen Auflösungen. Da bei dieser Methode sehr große Massen Carnallit gewonnen werden, welche bei der Weiterverarbeitung viel Transport und Kohlen kosten, so verdünnt man auch die aus den Absatzkästen abfließende Lauge mit Wasser, wodurch nach dem vollständigen Abkühlen hochprocentiges Chlorkalium auskrystallisirt. Der gewonnene Carnallit wird durch Einströmen von Dampf siedend gelöst, wobei aus der heißen Lösung sich ein grobkörniges, krystallisirtes Salz abscheidet. Die Reinigung desselben erfolgt durch Decken, wie früher angegeben und es resultirt so ein Chlorkalium von 98 bis 99%. Ebenso werden die Nachprodukte der ersten Methode behandelt.

Beide Methoden haben ihre Vortheile und Nachtheile, so daß es nach Frank's Ansicht wahrscheinlich ist, daß beide nebeneinander in Ausübung bleiben.

Da A. Frank der erste war, welcher in Staßfurt eine Fabrik zur Verarbeitung der Rohsalze auf Chlorkalium gründete und eine Reihe von Jahren daselbst thätig war, so ist dessen Urtheil sicherlich als ein durchaus maßgebendes zu betrachten.

Das nach der einen oder andern Methode gewonnene Chlorkalium wird meistens auf mit Dampf oder abgehendem Feuer geheizten Darren oder auch durch directes Feuer im Flammenofen getrocknet.

Die Neben-Produkte der Chlorkalium-Fabrikation sind:

1. Die ersten Löserückstände, vorherrschend Kieserit und Steinsalz. Diese Rückstände werden entweder getrennt gewonnen oder zur Fabrikation von Glaubersalz durch gemeinschaftliches Auflösen beider Salze verwendet; diese Lösung läßt bei entsprechender Abkühlung Glaubersalz ausfallen.

2. Die bei dem Concentriren der Laugen ausgekochten Salze, welche die Namen Bühnensalz oder Fischsalz führen und aus Kochsalz, schwefelsaurer Kali-Magnesia, auch Chlormagnesium und Chlorkalium bestehen. Das Bühnensalz wird entweder auf Kochsalz oder auf geringhaltiges Düngesalz verarbeitet.

3. Aus den letzten Mutterlaugen. Die Endlauge besteht nach A. Rümpler aus:

Chlorkalium	1—1,5 %
Chlormagnesium	26—28 %
schwefels. Magnesia, circa .	4 %
Kochsalz	2—4 %

und wird deshalb nicht weiter auf Chlorkalium verarbeitet. Da dieselbe noch Brom enthält, so verwenden einige Fabrikanten dieselbe zur Brom-Darstellung.

4. Der in den Klarkästen sich absetzende Schlamm, der meistens zur Darstellung von sogenannten Düngesalz benutzt wird.

Derselbe besteht nach A. Rümpler in geschmolzenem und gemahlenem Zustande aus:

Schwefelsaurer Kali-Magnesia	16,46
Chlorkalium	11,01
Chlormagnesium	10,24
Schwefelsaurem Kalk	8,67
Kochsalz	45,51
Unlöslichem (Eisenoxyd, Gyps, Sand) .	6,34
Wasser u. Verlust	1,77
	100,00
Kali	12,22

Die Staßfurter Fabriken produciren hiernach Chlorkalium von verschiedenem Gehalt und zwar:

a. 80—85% haltiges Chlorkalium, entsprechend etwa 50% Kali.
b. 85er Chlorkalium mit 85—90 Chlorkalium.
c. 90er Chlorkalium mit 90—95 Chlorkalium.
d. 95er Chlorkalium mit 95—97 Chlorkalium.
e. 95—98 Chlorkalium.

Das Chlorkalium wird in großen Mengen in der Technik verwendet, so dient es zur Darstellung von kohlensaurem Kali, salpetersaurem Kali, schwefelsaurem Kali, chromsaurem Kali u. s. w. und dann, was landwirthschaftlich am meisten interessirt, zur Fabrikation von Kali-Düngesalzen.

§ 298.

f. Die Kali-Düngesalze des Handels.

Zur Darstellung der Kalidüngesalze dienen das Chlorkalium und die besprochenen Abfälle, resp. Nebenprodukte der Chlorkaliumfabrikation. Außerdem ist noch das sogenannte Rinnensalz zu nennen, d. i. das was sich in den Rinnen durch das Erkalten der Lösung absetzt und welches eine geringere Sorte Chlorkaliumsalz ist: es enthält 45—50% Chlorkalium.

1. Schwefelsaures Kali.

Dieses Salz, welches für die Landwirthschaft als die reinste Form des Kali zu bezeichnen ist und welches auch für die Technik große Bedeutung hat, wird auf verschiedene Weise dargestellt.

a. Die einfachste Art der Darstellung ist die aus dem Chlorkalium, aus welchem es durch Uebergießen mit Schwefelsäure in Flammöfen und Kalciniren erhalten wird.

Zunächst entsteht unter Freiwerden von Salzsäure bei gelinder Wärme saures, schwefelsaures Kali, welches bei Erhöhung der Temperatur auf weiter vorhandenes Chlorkalium einwirkt, wodurch unter Freiwerden von Salzsäure ohne Substanzverlust schließlich schwefelsaures Kali als feste Masse resultirt. Dieses Salz ist aus dem Ofen kommend, grobkörnig und muß daher noch gemahlen werden, um zur Düngung als gute Streuwaare geeignet zu werden.

b. Ist die schwefelsaure Kali-Magnesia zur Darstellung des schwefelsauren Kali verwendet worden; hierbei dient nach A. Frank als Grundlage

c. Die Zerlegung des Doppelsalzes durch einfaches Umkrystallisiren, wobei sich das schwer lösliche schwefelsaure Kali etwa zur Hälfte ausscheidet, während ein neues Doppelsalz von der ungefähren Zusammensetzung $KO\ SO^3,\ 2\ MgO\ SO^3$ in der Lösung verbleibt.

d. Die Zerlegung des Doppelsalzes durch Hinzufügen von 4 Mol. resp. von 6 Mol. möglichst reinen Chlorkaliums; es bildet sich hierbei aus $KO\ SO^3,\ 2\ MgO\ SO^3 + 4\ K\ Cl = 3\ KO\ SO^3 + 2\ Mg\ Cl$, oder aus $KO\ SO^3,\ 2\ MgO\ SO^3 + 6\ K\ Cl = 3\ KO\ SO^3 + 2\ Mg\ Cl + 2\ K\ Cl$.

Das schwefelsaure Kali scheidet sich hierbei feinkörnig ab; der gleichzeitig gebildete Carnallit bleibt in Lösung, aus welcher durch Eindampfen und Krystallisation das Chlorkalium wieder gewonnen werden muß. Zu dieser Art der Darstellung gehört möglichst reines Chlorkalium, aus dem ja direct das schwefelsaure Kali dargestellt wird. Es meint daher A. Frank, daß die Darstellung des schwefelsauren Kali aus dem Doppelsalze, wozu mehrere Operationen, wie Umkrystallisiren, Verdampfen 2c., die mit Substanzverlust verbunden, erforderlich sind, so lange kaufmännisch undurchführbar sein wird, bis der Kainit zu einem Preise von den Gruben abgegeben wird, der dem des Carnallits gleich ist. In Kalusz dagegen, wo das Vorkommen des Kainits ein sehr mächtiges ist und derselbe für landwirthschaftliche Zwecke nur in geringen Mengen Verwendung findet, wird die Benutzung desselben zur Darstellung des schwefelsauren Kali mit Erfolg durchführbar sein.

e. Schließlich ist noch zur Darstellung des schwefelsauren Kali schwefelsaures Natron und Chlorkalium verwendet worden, wobei sich schwefelsaures Kali und Chlornatrium bilden soll.

Diese Umsetzung erfolgt aber nicht vollständig, sondern es entsteht hierbei stets das Doppelsalz $3\ KO\ SO^3 + NaO\ SO^3$, welches nur für Glashütten brauchbar ist. Aus diesem Grunde ist nach A. Frank dieses Verfahren vollständig aufgegeben worden.

In dem schwefelsauren Kali, welches den Namen doppelt raffinirtes schwefelsaures Kali führt, werden 90—95% reines schwefelsaures Kali und 50—52% Kali garantirt. Die Preiscourante geben für dasselbe keinen festen Preis an, es heißt in demselben: je nach den Marktpreisen.

Von dem Verfasser für Versuche bezogene Proben dieses Salzes hatten die folgende Zusammensetzung:

	1873.	1877.	1878.	1880.	1885.
Wasser	1,66	0,41	0,48	0,20	0,60
Eisenoxyd	0,83	—	0,70	0,70	0,30
Kalkerde	—	—	0,14	0,14	0,72
Magnesia	1,24	0,02	0,16	0,16	0,40
Kali	45,96	52,36	50,67	50,81	49,90
Natron	2,81	0,66	0,99	1,00	0,87
Schwefelsäure	42,05	45,67	45,04	45,16	44,68
Chlor	3,78	—	1,01	1,02	0,13
Sand	0,51	0,01	0,56	0,56	0,40
	98,84	99,13	99,75	99,75	98,00
Sauerstoff ab f. Chlor	0,85	—	0,23	0,23	0,03
	97,99	99,13	99,52	99,52	97,97

2. Die concentrirten Kalisalze.

Unter dieser Bezeichnung mit der Angabe wie concentrirt führen die Preiscourante auf:

a. 5fach concentrirtes Kalisalz,
b. 3fach concentrirter Kalidünger,
c. concentrirter Kalidünger.

a. 5fach concentrirtes Kalisalz.

Dieses Salz, auch Chlorkalium genannt, ist das reinere aus dem Rohcarnallit, wie oben beschrieben, dargestellte Chlorkalium, bei welchem 80—85% Chlorkalium und 50—53% Kali garantirt werden. Auch dieses Salz hat in der Regel keine feste Preisangabe, sondern es heißt auch hier je nach den Marktpreisen. Das Salzbergwerk Neu-Staßfurt hat in seinem neuesten Preiscourante für die hochgrädigen Chlorkalium-Verbindungen Preise angegeben und zwar:

Chlorkalium mit 80%: 7,10 Mk.
" " 95%: 7,35 "
" " 98%: 7,55 "

Kali-Garantie ist 50, 60 und 62%, demnach kostet 1 ℔ Kali 14,2, 12,3, resp. 12,2 Pfennig.

b. 3fach concentrirter Kalidünger.

Dieses Salz wird meistens aus dem calcinirten Rinnensalze dargestellt; es führt wohl den Namen 3fach concentrirtes Kalisalz deshalb, weil es 3mal so viel Kali enthält, als das sogenannte rohe schwefelsaure Kali oder das einfache Kalisalz. In diesem Düngesalze werden 50—53% Chlorkalium mit 31—33% Kali garantirt; der Preis desselben ist pro 50 Kilo 4 Mark 20 Pfennig, das ℔ Kali kostet mithin 13,55 Pfennig.

Die folgenden Analysen von Ritthausen und dem Verfasser mögen diese beiden Düngesalze charakterisiren.

	Ritthausen. 5 fach conc. Kalisalz.	E. Heiden. 3 fach conc. Kalisalz.
Wasser	5,76	8,91
Eisenoxyd	—	0,34
Magnesia	—	0,75
Schwefelsaure Kalkerde	0,36	3,27
Schwefelsaure Magnesia	0,69	8,63
Chlormagnesium	1,62	1,78
Chlorkalium	76,00	47,23
Chlornatrium	15,00	26,83
Sand	0,57	1,47
Kaligehalt:	47,97%	29,85%

c. Concentrirter Kalidünger.

In demselben werden 22% Chlorkalium, 22% schwefelsaures Kali mit Gesammtkaligehalt von 25%, sowie 10—20% schwefelsaure Magnesia garantirt. 50 Kilo kosten 3,60 Mark, somit das ℔ Kali, wenn schwefelsaure Magnesia nicht berechnet wird 14,4 Pfennig; stellt man dagegen die Minimal-Garantie an schwefelsaurer Magnesia à 2,5 Pfennig in Rechnung, so kostet das ℔ Kali 13,4 Pfennig. Dieses Salz wird aus dem Rinnensalz und den anderen Abfällen, dem Schlamme, dem Bühnensalz 2c. dargestellt.

3. Kalidünger oder rohes schwefelsaures Kali.

In diesem Dünger werden 17—22% schwefelsaures Kali mit 9—12% Kali garantirt, Preis pro 50 Kilo 1 Mark 20 Pfennig, somit kostet in demselben das ℔ Kali 13,33 Pf. Es wird durch Mahlen von calcinirtem Schlamme oder calcinirtem Bühnensalze erhalten. Den Namen rohes schwefelsaures Kali verdient dieser Dünger entschieden nicht, da das Kali nicht als schwefelsaures Salz, sondern vorherrschend als Chlorkalium vorhanden ist. Diese Bezeichnung hat nur den Zweck, den Käufer in den Glauben zu versetzen, dasselbe enthalte wirklich 17—22% schwefelsaures Kali. Die folgende Analyse von Ritthausen zeigt die Zusammensetzung desselben, welches aus der Fabrik von Löfaß stammte.

Chlornatrium	48,00	In der 50fachen Menge Wasser löslich.
Chlormagnesium	9,52	
Chlorkalium	7,47	
Schwefelsaures Kali	8,25	
Schwefelsaure Kalkerde	3,15	
Schwefelsaure Magnesia	4,38	
Magnesia	0,42	In Wasser schwer oder unlöslich.
Eisenoxyd und Thonerde	0,78	
Kalkerde	0,95	
Magnesia	1,98	
Schwefelsäure	2,67	
Sand	3,67	
Hydrat-Wasser	8,77	
	100,00	
Kaligehalt:	9,18%	

4. Kainit.

Der Kainit, was hier nochmals hervorgehoben werden mag, wird in Leopoldshall, Neu-Staßfurt und Aschersleben[1])

[1]) Das hier vorhandene sehr mächtige Lager ist 1882 aufgeschlossen worden.

was Deutschland anbetrifft, gefunden. Der Kainit ist daher kein Fabrikat, sondern ein bergmännisch gewonnenes Naturprodukt von constanter qualitativer Zusammensetzung. In dem Kainit wird von dem Salzbergwerke Neu-Staßfurt, von welchem derselbe unter dem Namen Adler-Kainit in den Handel kommt, ein Minimal-Gehalt an schwefelsaurem Kali von 24% garantirt; das Leopoldshaller Bergwerk, dessen Vertrieb von der Herzoglichen Anhaltinischen Regierung der Firma Gustav Ziegler in Dessau übertragen ist, garantirt 23% schwefelsaures Kali und 12—13% schwefelsaure Magnesia. Die folgenden Analysen zeigen die specielle Zusammensetzung des Adler-Kainits:

	Märcker.	Göttingen.	Salzbergwerk Neu-Staßfurt.
Wasser	14,5	13,40	16,02
Schwefelsaures Kali	24,0	25,38	25,28
Schwefelsaure Magnesia	16,5	16,76	17,97
Chlormagnesium	12,1	13,59	13,82
Chlornatrium	31,2	30,11	25,57
Unlöslicher Rückstand	0,2	0,73	0,50
Gyps	1,5	—	0,84
	100,0	99,97	100,00

Die Zusammensetzung des Leopoldshaller Kainits illustriren die folgenden Analysen:

	P. Wagner.	W. Rhode.
Wasser	12,90	13,0
Schwefelsaures Kali	24,97	25,9
Schwefelsaure Magnesia	12,01	14,0
Chlormagnesium	14,70	14,0
Chlornatrium	32,40	32,0
Gyps	1,46	2,0
In Wasser unlösliches	1,56	
	100,00	100,0

In seiner reinsten Form hat der Kainit die Formel $KO\,SO^3, MgO\,SO^3, MgCl + 6\,HO$; durch längeres Liegen in feuchter Luft verliert derselbe das Chlormagnesium, welches als Lauge abfließt und schwefelsaure Kali-Magnesia bleibt zurück. Es ist dies von Reichardt als besonderes Mineral unter dem Namen Schönit bestimmt; es wird an feuchten Stößen des Anhaltinischen Bergwerkes gefunden und ist secundärer Bildung. Der Kainit kommt aber nie rein vor, sondern ist stets mit Carnallit, Kochsalz und anderen Salzen durchwachsen und zusammengelagert. [1])

[1]) Da der Kainit sehr leicht zusammenballt und stückig wird, so hat M. Fleischer vorgeschlagen, denselben mit Torfpulver zu mischen. Dies Verfahren, welches sich als sehr praktisch und zweckentsprechend bewährt hat, ist von den Fabriken acceptirt, so daß der jetzt in den Handel kommende Kainit mit 2,5% Torf vermischt ist.

5. Schwefelsaure Kali-Magnesia. (Picromerit.)

Diese für die Landwirthschaft werthvolle Verbindung wird aus dem Rohkainit dargestellt. Es liegen eine Anzahl Fabrikations-Methoden vor, so wurden allein von 1878—1880 16 Verfahren zur Darstellung dieses Doppelsalzes patentirt, von denen jedoch nur 3 in größerem Maßstabe zur Ausführung gekommen sind (H. Precht) und zwar arbeiten die vereinigten chemischen Fabriken zu Leopoldshall nach dem Verfahren von Borsche und Brünjes, das Salzbergwerk Neu-Staßfurt nach dem von H. Precht und die Staßfurter Chemische Fabrik Actien-Gesellschaft nach dem von Dupré und Hake. Das erzielte Produkt enthält 50% schwefelsaures Kali und noch 3% Chlor (Precht.)

Die angewendeten Methoden sind speciell nicht bekannt, sie beruhen aber wohl auf dem Verhalten des Kainits gegen Wasser, wodurch bei Anwendung geringer Mengen Chlormagnesium von dem Doppelsalze getrennt wird, welches man in geeignete Apparate als Lauge abfließen läßt. Das dann noch bei dem Doppelsalze verbleibende Chlornatrium wird durch heißes Wasser abgeschieden, welches in demselben schwerer löslich, als die schwefelsaure Kali-Magnesia ist.

Die Zusammensetzung der Handelswaare zeigt die folgende von O. Toepelmann im hiesigen Laboratorium ausgeführte Analyse:

Wasser bei 100° C .	3,35
Wasser, chem. geb. .	1,13
Eisenoxyd	0,23
Kalkerde	2,18
Magnesia	13,33
Kali	23,94
Natron	2,68
Schwefelsäure. . . .	48,82
Chlor	2,00
Unlösliches	0,56
Nicht bestimmt . . .	0,23
	100,45
Sauerstoff ab für Chlor:	0,45
	100,00

In der schwefelsauren Kali-Magnesia, auch Patent-Kali-Magnesia genannt, werden 48 bis 54 schwefelsaures Kali, mit 26 bis 29% Kali, 32 bis 45% schwefelsaure Magnesia und höchstens 3% Chlor garantirt. Preis pro 50 Kilo 4 Mark 75 Pfennig. Bei der Minimal-Garantie und unter Werthberechnung der Magnesia kostet somit das ℔ Kali rund 16 Pf.

Das Salzbergwerk Neu-Staßfurt garantirt in der neuesten Preisliste die reine schwefelsaure Kalimagnesia mit 48—50% schwefelsaurem Kali, 40—48% schwefelsaurer Magnesia und höchstens 3% Chlor für 4 Mark 35 Pfennig, wonach das ℔ Kali, wenn die Magnesia mit 2,5 Pfennig berechnet wird, 14,1 Pfennig kostet.

§ 299.

g. Die Förderung von Rohkalisalzen und die Kalifabriken.

Die Abraumsalze wurden, obgleich bereits ihre Mächtigkeit bei dem 1857 beendigten Abteufen der preussischen Steinsalzschächte klar gelegt war, erst 18[illegible] in Staßfurt bergmännisch aufgeschlossen. Das Steinsalzbergwerk Leopoldshall begann 1862 die Förderung größerer Salzmengen.

Die Verarbeitung der Abraumsalze fand aber nicht sogleich statt, wenn auch die Zusammensetzung derselben durch H. Rose, Rammelsberg, Reichardt und Andere bekannt war. Im Jahre 1860 legte A. Frank den Regierungen von Preußen und Anhalt ein hierauf bezügliches Promemoria vor, welches die für die Fabrikation von Chlorkalium, Glaubersalz, schwefelsaurem Kali, sowie von Kalidungmitteln, von Chlormagnesium und anderen Magnesia-Präparaten erforderlichen Anlagen erörterte und Rentabilitätsberechnungen enthielt, das auch später seinem wesentlichen Gehalte nach veröffentlicht wurde; doch erst 1861 war es ihm möglich, die für eine kleine auf 100 Ctr. Abraumsalz tägliche Verarbeitung bestimmte Anlage erforderlichen Mittel zusammenzubringen. Am 1. October 1861 begann die Thätigkeit der Fabrik, welche noch bis December 1861 [illegible] Ctr. Rohstoff auf Chlorkalium verarbeitete. Dieser Fabrik folgte dann eine kleine Anlage von Foelsche und Siebel's Söhne in der Sudenburg bei Magdeburg und die größere Fabrikanlage von Vorster & Grüneberg in der Sulze bei Staßfurt; letztere begann den Betrieb im Januar 1862. Dieser folgte die Fabrik von Leisler & Townsend. In diesen 4 1862 vorhandenen Fabriken wurden 408000 Ctr. Rohsalze verarbeitet. Die Prosperität der Fabriken vermehrte jetzt die Anlagen schnell, so daß 1863 die Zahl derselben bereits auf 11 gestiegen war. 1864 waren 18 Fabriken im Betriebe. Während 1863 1 288 000 Ctr. Rohsalze verarbeitet wurden, stieg diese Verarbeitung 1864 bereits auf 2 775 000 Ctr. Diese rasche Vermehrung der Fabriken führte jedoch eine Ueberproduction herbei, so daß 1865 nur 16 Fabriken thätig waren und nur 1 900 000 Ctr. verarbeiteten.

Von jetzt an stieg die Rohsalzverarbeitung nach A. Frank wie folgt:

1866	wurden	3452000	Ctr.	in	18	Fabriken,
1867	"	3350000	"	"	16	"
1868	"	4033000	"	"	18	"
1869	"	4600000	"	"	20	"
1870	"	6244000	"	"	21	"
1871	"	8064000	"	"	25	"
1872	"	10284000	"	"	33	"
1873	"	9047000	"	"	—	"

verarbeitet.

Nach Angabe von A. Rümpler, welcher dieselben Privatmittheilungen der Direction der betreffenden Werke verdankt, betrug in den nächsten Jahren die Förderung an Kalirohsalzen:

	auf den preuß. Werken: Ctr.	auf den anhaltinischen Werken: Ctr.	Summe: Ctr.
1873:	3 252 000	5 625 000	8 877 [illegible]00
1874:	2 505 000	5 835 975	8 340 975
1875:	3 036 000	6 857 587	9 893 587
1876:	3 161 200	7 395 212	10 556 412
1877:	3 912 500	9 854 093	13 766 593
1878:	3 141 800	8 903 067	12 044 867

Die Kainitförderung war nach amtlichen Angaben;

	auf dem anhaltinischen Werke zu Leopoldshall Ctr.	zu Neustaßfurt Ctr.	Summe: Ctr.
1873:	121 881	—	121 881
1874:	195 038	—	193 038
1875:	476 379	—	476 379
1876:	355 531	—	355 531
1877:	609 866	310 932	920 798
1878:[1])	354 333	1 226 624	1 580 957

Nach der preußischen Berg-Inspection betrug ferner die Förderung:

	an Carnallit	Kainit
1880:	10 564 239[2])	2 755 915
1881:	14 894 521	3 106 031
1882:	21 186 085	2 895 154
1883:	19 004 064	4 532 005

H. Precht giebt in seiner Brochüre: „die Salzindustrie von Staßfurt und Umgegend" als Firmen, welche die Chlorkaliumfabrikation betreiben, die Folgenden an:

Consolidirte Alkaliwerke, Actien-Gesellschaft in Westeregeln, Ascania, Actien-Gesellschaft in Leopoldshall, Beit & Philippi in Staßfurt, Concordia, Actien-Gesellschaft in Leopoldshall, Harburg — Staßfurt, Actien-Gesellschaft in Staßfurt, F. W. Berck in Staßfurt, Lindemann & Co. in Staßfurt, Maigatter, Green & Co. in Leopoldshall, Müller & Allihn in Leopoldshall, Fr. Müller in Leopoldshall, F. A. Robert Müller & Co. in Schönebeck, C. Nette, Faulwasser & Co. in Leopoldshall, Schachnow & Wolf in Leopoldshall, Staßfurter-Chemische-Fabrik, Actien-Gesellschaft in Staßfurt, C. Kietz in Leopoldshall, Vereinigte-Chemische-Fabriken, Actien-Gesellschaft in Leopoldshall, Vorster & Grüneberg in Leopoldshall, Wüstenhagen & Co. in Hecklingen.

Die Zahl der Fabriken ist mithin wieder auf 18 gesunken, obgleich dieselbe bereits 33 erreicht hatte. Es erklärt sich dies dadurch, daß mehrere in andere Hände übergingen oder unter Bildung von Actiengesellschaften vereinigt wurden.

In Neu-Staßfurt ist hiernach kein Sitz einer Actiengesellschaft oder Fabrik, obgleich daselbst Fabriken sind, z. B. hat dort das Salzbergwerk Neu-Staßfurt seine Fabrikanlagen, den Sitz aber in Staßfurt.

§ 300.

E. Das Kali und der Boden.

a. Das Kali und der Sandboden; System Schultz-Lupitz.

Wenn neben der eigentlichen Ueberschrift zugleich „System Schultz-Lupitz gestellt ist, so ist dies deshalb geschehen, weil Schultz-Lupitz derjenige ist, welcher sein Düngungssystem für den Sandboden vor allem auf die Zufuhr des Kali zu demselben

---

[1]) Für das Jahr 1879 habe ich leider keine Angaben erhalten können.

[2]) 10 382 799 nach dem Berichte der consolidirten Alkaliwerke Westeregeln.

basirt hat und in welchem wir den wärmsten Fürsprecher für die Kalidüngung bei Sandboden kennen gelernt haben Sein Werk die Kalidüngung auf leichtem Boden rief bekanntlicher Weise eine Anzahl Schriften pro und contra hervor. Für die Richtigkeit der von Schultz entwickelten Ideen traten unter Anderen Märcker und Grahl, gegen dieselbe Drechsler und Settegast auf.

Hier ist selbstverständlich nicht der Ort, um das ganze von Schultz aufgestellte Düngungs-System für Sandboden zu besprechen und kritisch zu beleuchten, sondern hier kann es nur meine Aufgabe sein, dasselbe soweit zu betrachten, als dies die Kalidüngung für den leichten Boden und dessen Bedeutung für denselben anbetrifft.

Es wird zunächst untersucht werden müssen, wie das Kali auf Sandboden wirkt. Zur Beantwortung dieser Frage sind die Versuche von Schultz nicht voll geeignet, da derselbe vor allem mit Kainit operirt hat, der nur 23—24% schwefelsaures Kali und 76—77% schwefelsaure Magnesia, Chlormagnesium, Chlornatrium etc. enthält. Soll die Wirkung des Kali auf Sandboden klar gelegt werden, so können hier auch nur Versuche in Betracht kommen, bei welchen das Kali als reines Salz Anwendung gefunden hat. Bei den Versuchen mit den rohen Kalisalzen haben die Nebenbestandtheile ebenfalls ihre Wirkung ausgeübt, weshalb die durch jene erhaltenen Resultate nicht als ungetrübt und rein hingestellt werden können. So viele Düngungs-Versuche nun mit Kalisalzen angestellt worden sind, so zeigt die Literatur doch, so weit mir bekannt, keinen Versuch, bei welchem reines Kalisalz in seiner Wirkung auf Sandboden studirt worden ist. Da der Verfasser auf der Versuchsstation Pommritz eine Reihe von Jahren mit Sandboden Versuche angestellt hat und hierbei auch die Frage der Wirkung von reinem Kalisalz ventilirt worden ist, so wird er in Folgendem die Resultate derselben für die Beantwortung der Frage benutzen. Die Anstellung der Versuche geschah in folgender Weise.

Es wurde eine Grube mit einer Oberfläche von reichlich 1,2 ar 1,3 m Tiefe ausgegraben und diese, nachdem der Grund aufs sorgfältigste planirt, mit 202 cubikm. Sand gefüllt, welcher per Bahn herangeschafft werden mußte, da Pommritz in seiner nächsten Umgebung einen für den Versuch passenden Sand nicht hatte. Der herangefahrene Sand wurde von den Lowry's theils auf bereit gehaltene Wagen, theils auf den Boden abgeladen, da die Räumung der Lowry in bestimmt bemessener Zeit zu geschehen hatte, und dann auf Wagen an die Grube geschafft, an derselben

abgeladen und durch Arbeiter in dieselbe geschafft. Nachdem der gesammte Sand sich in der Grube befand, wurde derselbe durch eine Anzahl Arbeiter in derselben so weit irgend ausführbar, sorgfältigst gemischt. Nachdem dies geschehen, erfolgte die Abgrenzung der einzelnen Parcellen durch starke, reichlich getheerte Bretter, welche noch mehrere Centimeter in den unter dem Sande befindlichen schweren Boden hineingebracht wurden, um so vollständige Trennung der Parcellen zu erreichen. Bei der Anbringung der Bretter mußte der Sand wiederum zum größeren Theil aus der Grube geschafft und dann von neuem hereingeschafft werden. Ich erwähne alle diese mit dem Sande vorgenommene Bewegungen, um dadurch zu zeigen, wie derselbe wiederholt durchgearbeitet und durchgemischt und so die Beschaffenheit des Sandes in den einzelnen Parcellen, soweit dies möglich, von durchaus gleicher Beschaffenheit war, weshalb auch die auf diesen Parcellen erhaltenen Versuchs-Resultate als voll vergleichbar und gültig hingestellt werden können.

Bei allen Versuchen, welche auf etwas größerer Fläche ausgeführt werden sollen, liegt ja die Schwierigkeit darin, Parcellen von wirklich gleicher Bodenbeschaffenheit zu verwenden. Ist diese Forderung bei Feldversuchen fast kaum erreichbar und ist daher hier eine größere Anzahl ungedüngter Parcellen für die Beurtheilung der Wirkung der betreffenden Nährstoffe erforderlich, so ist bei Versuchen auf kleineren Flächen vor allem dahin zu wirken, daß die Beschaffenheit des Bodens der einzelnen Parcellen soweit dies überhaupt erreichbar, eine gleiche ist. Es ist daher bei den in Frage stehenden Versuchen alles geschehen, um den Boden der einzelnen Parcellen durchaus gleiche Beschaffenheit zu geben. Erwähnt mag zugleich noch werden, daß die Parcellen nach außen von demselben Sande in Stärke von cr. $^1/_4$ m umgeben und daß die Fugen der Bretter mit Leisten überdeckt sind.

Die Parcellen haben die Größe von je 20 quadratm. Die Vorbereitungen zu den Versuchen geschahen im Jahre 1873 und die Versuche selbst begannen im Jahre 1874.

Von den gewonnenen Resultaten interessiren hier zunächst die der ungedüngten und der mit schwefelsaurem Kali gedüngten Parcellen.

Bevor jedoch diese angeführt werden, ist es noch nothwendig, den Sand durch Analyse zu charakterisiren.

Die Analyse, ausgeführt von dem Assistenten Fr. **Voigt**, ergab die Zusammensetzung des Sandes, wie folgt:

Mechanische Analyse.

	ungeglüht:	geglüht:
Kies	1,30	1,25
Grand	2,15	2,13
Grober Sand	36,13	36,12
Feiner Sand	57,43	57,00
Feinster Sand und Abschlemmbares	2,99	3,50
	100,00	100,00

Chemische Analyse.

Wasser	0,168	
Glühverlust	0,347	
Eisenoxyd[1]	1,256	
Kalkerde	0,081	in Salzsäure löslich.
Magnesia	0,022	
Kali	0,059	
Natron	0,026	
Phosphorsäure	0,037	
Schwefelsäure	0,040	
Kieselsäure	1,091	
Chlor	Spur	
Eisenoxyd und Thonerde	0,194	in Schwefelsäure löslich.
Kieselsäure	0,643	
Unlösliche Kieselsäure	96,138	
	100,000	
Stickstoff	0,010%	

Die in den Jahren 1874—1880 von der ungedüngten und der mit schwefelsaurem Kali gedüngten Parcelle erhaltenen Ernten zeigt die folgende Tabelle: pag. 620.

Diese Versuchs-Resultate ergeben auf das Bestimmteste, daß weder bei den reif gewordenen Lupinen, noch bei den grün geschnittenen und ebensowenig bei dem nach der Gründüngung mit den Lupinen geernteten Roggen eine günstige Wirkung des reinen[2]) schwefelsauren Kali zu verzeichnen ist. Es geht im Gegentheil aus diesen Ernte-Resultaten hervor, daß das reine, schwefelsaure Kali eine Depression auf die Ernten ausgeübt hat.

Vergleichen wir mit den obenbeschriebenen Resultaten noch die, welche Adolf Mayer bei Versuchen auf Haideland in Holland erhalten hat, so werden wir auch bei diesen, bei welchen das Kali als 5fach concentrirtes Chlorkalium verwendet worden ist, von keiner irgend wie erheblichen Wirkung der Kalidüngung sprechen können. Die Versuchs-Parcelle Mayer's war 500 □m groß, von denen 8 dem Versuche dienten.

---

[1]) Mit Spuren von Eisenoxydul.

[2]) Ich setze das Wort „rein" vor schwefelsaures Kali, da bei sehr vielen Versuchen von schwefelsaurem Kali gesprochen wird und doch nicht dieses, sondern Kainit ꝛc. verwendet worden ist.

Jahr	Frucht	Ungedüngt. Samen Grm.	Schoten resp. Spreu Grm.	Stengel und Blätter resp. Stroh Grm.	Summe Grm.	Mit 2 ℔ schwefels. Kali pro 20 □m gedüngt: (500 Kilo pro Hectar.) Samen Grm.	Schoten resp. Spreu Grm.	Stengel und Blätter resp. Stroh Grm.	Summe Grm.
1874	Lupinen	5686	5515	10950	22151	5621	4710	8000	18331
1875	Lupinen	6240	5550	6350	18140	3140	3100	8000	14240
1876	Lupinen [1])				20600				20900
Summe der Lupinenerten der Jahre 1874—1876					60891				53471
1877	Roggen	1205	Spreu: 55	Stroh: 2475	3735	840	40	2110	2990
1878	Lupinen [1])				101850				70800
1879	Roggen	2035,7	128,6	5785,7	7950	1790	155	4450	6395
1880	Lupinen [1])				49540				18650
Summe der Lupinenernten der Jahre 1874, 1875, 1876, 1878, 1880					211781				142921
Summe der Roggenernten der Jahre 1877 und 1879		3240,7	183,6	8260,7	11685	2630	195	6560	9385
Summe der Gesammternten von 1874—1880					223466				152306

[1]) Grün geschnitten gewogen und zur Gründüngung verwendet.

Der Sand hatte die folgende Zusammensetzung:

	Probe vom westlichen Theile des Feldes:	Probe vom östlichen Theile des Feldes:	
	%	%	
Eisen	0,620	0,73	
Thonerde . .	0,450	0,53	
Kalkerde . . .	Spuren	Spuren	in kalter
Kali	0,007	0,009	concentrirter
Natron . . .	0,008		Salzsäure
Schwefelsäure	0,017	0,030	löslich.
Phosphorsäure	0,042	0,043	
Kieselsäure . .	0,042	0,051	

Sechs dieser Parcellen wurden 1878 nach dem Aufbringen des betreffenden Düngers flach gepflügt und dann mit Lupinen bestellt. Da diese auf den Parcellen schlecht aufkamen oder von Krähen beschädigt wurden und ferner sich schlecht entwickelten, wurden sie am 8. Juli umgepflügt und Spörgel eingesäet. Dieser entwickelte sich schon besser, wurde aber nicht geerntet, sondern am 21. September wieder untergepflügt, worauf dann ohne weitere Düngung auf allen Parcellen eine Roggenaussaat erfolgte. Diese wurde am 9. August geerntet und ergab Folgendes:

Düngung pro Hectar:	Ernte pro Hectar: Stroh Kilo	Korn Kilo
Ungedüngt	40	1,2
300 Kilo Chlorkalium	170	6,0
300 Kilo Chlorkalium ohne Gründüngung	90	2,0
1000 Kilo Knochenmehl	660	309,0
1000 Kilo Knochenmehl und 300 Kilo Chlorkalium . .	740	222,0
1000 Kilo Knochenmehl ohne Gründüngung	480	180,0
100 Kubikmeter Torfmull	560	124,0
100 Kubikmeter Torfmull, 1000 Kilo Knochenmehl und 300 Kilo Chlorkalium	1120	472,0[1])

Auch diese Resultate ergeben, daß das Chlorkalium für sich allein, wie Mayer selbst ausspricht, so gut wie keine Wirkung ausgeübt hat.

Wie sind diese Resultate mit den großartigen Erfolgen von Schultz-Lupitz in Einklang zu bringen, der doch vor allem auf die Kalidüngung sein Düngungssystem basirt hat?

Schultz hat bei allen seinen Versuchen mit einer einzigen Ausnahme, bei dem das Resultat eines Jahres vorliegt, nie mit reinem Kalisalze operirt. Schultz wandte meistens Kainit, auch Carnallit an, somit Kali-Düngemittel, in welchen der Gehalt an schwefelsaurem Kali, resp. Chlorkalium gegenüber dem der anderen Salze, den kleinsten Theil ausmachte. Welche

---

[1]) Ich habe hier gleich die Resultate der anderen Düngungen aufgeführt, um später darauf verweisen zu können.

Bestandtheile des verwendeten Düngesalzes haben denn hier gewirkt?

Schultz und mit ihm Märcker betonen weiter die Nothwendigkeit der Kalk- resp. Mergel- neben der Kali-Düngung. Durch die Kalkdüngung wird dem Boden nur Kalk neben verhältnißgeringen Mengen anderer Bestandtheile, durch den Mergel jedoch noch die so wichtige Phosphorsäure, Kali ꝛc. zugeführt. Weshalb betont denn Schultz vor allem die Nothwendigkeit der Mergeldüngung? Ist es hier der Kalk desselben, der den so überaus günstigen Einfluß auf den Sandboden ausübt? oder sind es vielleicht die Nebenbestandtheile des Mergels und dessen physikalische Wirkung auf den Sandboden, was in erster Linie in Betracht kommt? Die bereits angeführten Pommritzer Versuche geben auch über die Wirkung der Kalkdüngung auf Sandboden Aufschluß, da hier eine Parcelle in den Jahren 1874—1879 mit gebranntem Kalk gedüngt worden ist.

Die hierbei erhaltenen Resultate sind die Folgenden:

Jahr	Frucht	Samen	Schoten oder Spreu	Stengel u. Blätter resp. Stroh	Summa:
		Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
1874	Lupinen	1439	1530	6420	9389
1875	Lupinen	3040	3700	8900	15640
1876	Lupinen[1])				
Summa der Lupinenernten vom Jahre 1874—1876					43979
1877	Roggen	1225	70	2340	3635
1878	Lupinen[1])				54550
1879	Roggen	2030	170	4600	6800
Summe der Lupinenernten von 1874, 1875, 1876 u. 1878					98529
Summe der Roggenernten von 1877 und 1879		3255	240	6940	10435
Summe der Gesammternte von 1874—1879					108964

Diese Resultate lassen keinesfalls erkennen, daß von einer Kalkdüngung auf Sandboden Erfolge zu erwarten sind, wie

[1]) Grün geschnitten, gewogen und dann eingegraben.

dies ja auch die theoretische Erwägung der Wirkung einer Kalkdüngung klar legt.

Weshalb wird denn von Schultz eine Kalkdüngung neben der Kalidüngung für nothwendig erachtet?

Die Wirkung der Nebenbestandtheile oder besser der der Menge nach vorherrschenden Bestandtheile des Kainits ist derartig, daß dadurch der so an Kalk arme Sandboden an diesem wichtigen Nährstoffe immer mehr verarmt, weshalb eine Kalkzufuhr bedingungslos erforderlich ist. Die Chlorverbindungen des Kainits, das Chlormagnesium und Chlornatrium setzen sich mit dem Kalk des Bodens in der Art um, daß Chlorcalcium, das so sehr leicht lösliche Salz des Kalkes, entsteht, wodurch der Kalk in die tieferen Bodenschichten versinkt und somit die Ackerkrume an Kalk verarmen muß Aus diesen Gründen in erster Reihe wird die Kalkdüngung neben der Kalidüngung als nothwendig hingestellt werden müssen. Der Boden, welcher Lupinen und andere Früchte tragen soll, muß nothwendigerweise Kalk enthalten, denn ohne diesen Pflanzennährstoff ist überhaupt das Wachsthum irgend einer Pflanze nicht möglich. Da nun der Kainit den Boden an Kalk verarmen läßt, so muß demselben Kalk wieder zugeführt werden. Schultz führt den Kalk nun aber nicht in Form von gebranntem Kalk, sondern durch die Mergelung zu. Daß der für den Sandboden passende Mergel zunächst aber denselben sehr günstig physikalisch verbessert und daß dann durch den Mergel der Boden auch Phosphorsäure — der verwandte Mergel hatte 0,1% — ꝛc. erhält, scheint für Schultz nicht wichtig zu sein, sondern die durch die Mergelung und Kalidüngung erhaltenen günstigen Resultate werden in erster Reihe dem Kali des Kainits zugeschrieben. Daß dies entschieden unrichtig ist und kein klares Bild von der Wirkung des Kalis auf Sandboden gewährt, liegt so auf der Hand, daß es des weiteren Beweises nicht bedarf. Da hier die Wirkung des Kali auf Sandboden klar zu legen versucht werden sollte, so konnten auch nur Versuchs-Resultate zur Besprechung kommen, bei denen wirklich nur Kalisalz angewandt worden war. Daß hierdurch der Nimbus, welcher vor allem durch Schultz um die Wirkung des Kalis auf Sandboden entstanden, hat schwinden müssen, ist für die ganze Frage der Nothwendigkeit der Kalizufuhr für Sandboden ohne Nachtheil. Es hat hier nur dem Kali bei der hohen Bedeutung desselben für den Sandboden die Stelle angewiesen werden sollen, die es in Wahrheit hat.

Schultz wendet ja aber in Wirklichkeit nicht nur allein Kainit sondern zunächst als Grundlage für die Verbesserung des Sandbodens den Mergel und dann Phosphorsäure an, da ja seine L. D. (Liebig's-Düngung) aus Kali und Phosphorsäure besteht. Das große Verdienst von Schultz besteht darin, daß er dem Kali für Sandboden seine Bedeutung geschaffen und dies auf das Energischste vertreten hat.

Wenn auch hier nur die Wirkung des Kalis auf Sandboden dargelegt werden soll, so ist dies doch wohl der geeignetste Platz, da es sich hier gleichzeitig um die Verbesserung des Sandbodens handelt, auch die Wirkung der Phosphorsäure auf demselben kurz zu besprechen, um so zu ersehen, wie dieser so außerordentlich wichtige Nährstoff für sich auf denselben einwirkt. Wir sagen für sich, obgleich dies falsch ist, denn man kann ebensowenig die Phosphorsäure, als das Kali allein verwenden, sondern man muß die erstere im Verein mit einer Basis, wie das letztere im Verein mit einer Säure zu Versuchen benutzen. Bei den Versuchen, die hier kurz angeführt werden sollen, ist die Phosphorsäure als 3fach bas. phosphorsaure Kalkerde zum Boden gebracht worden. Eine Parcelle des vorher besprochenen Sandversuches von Pommritz hat in den Jahren von 1874—1880 nur Phosphorsäure als 3 bas. phosphorsaure Kalkerde erhalten. Die Phosphorsäure ist somit in schwerlöslicher Form gegeben worden und gleichzeitig mit Kalk, so daß hier genau ausgesprochen, die Wirkung von Kalk und Phosphorsäure vorliegt. Der Kalk indes als solcher übt, wie die p. 622 angeführten Versuchs-Resultate dargethan haben, keinen günstigen Einfluß auf Sandboden aus. Wir können aber daraus nicht schließen wollen, daß die bei dem vorliegenden Versuche erhaltenen Resultate allein der Phosphorsäure zuzuschreiben sind, sondern es muß die Wirkung, wenn auch in erster Linie diesem Nährstoffe, doch auch in gewissem Grade der Kalkerde vindicirt werden, vor allem da der betreffende Boden reicher an Phosphorsäure als an Kalkerde ist. Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Tabelle: pag. 625.

Jahr	Frucht	Samen Grm.	Schoten resp. Spreu Grm.	Stengel u. Blätter resp. Stroh Grm.	Summe Grm.
1874	Lupinen	4975	5207	10900	21082
1875	Lupinen	4810	4700	12380	21890
1876	Lupinen				15450
Summa der Lupinenernten von 1874—1876					58422
1877	Roggen	1400	85	3000	4485
1878	Lupinen				106450
1879	Roggen	3400	215	7360	10975
1880	Lupinen				39830
Summa der Lupinenernten von 1874, 1875, 1876, 1878 und 1880					204702
Summa der Roggenernten von 1877 und 1879		4800	300	10360	15460
Summa der Gesammternte von 1874—1880					220162

Diese Zahlen, verglichen mit den auf p. 620 zeigen, daß zwar die Lupinenernten ebenfalls eine Depression erlitten haben, aber nicht in allen Jahren und auch nicht in erheblichem Grade, daß dagegen die Roggenernten auf der phosphorsauren Kalk-Parcelle, sowohl was die Körner, als auch Gesammternte anbetrifft, nach der Gründüngung mit den Lupinen und Unterstützung durch phosphorsauren Kalk hübsch vermehrt worden sind. Die Roggenkörner-Ernten der ungedüngten und mit phosphorsaurem Kalke gedüngten Parcelle verhalten sich rund = 100: 119 und die Gesammternte rund = 100: 132.

Es sei hier zugleich auf die von A. Mayer erhaltenen Resultate (p. 621) verwiesen, welche ebenfalls die günstige Wirkung der Phosphorsäure auf Sandboden zeigen.

Aus allem diesem geht hervor, daß weder Kali noch Phosphorsäure, noch Kalk allein Sandboden fruchtbar zu machen im Stande sind. Es ist dies ja auch aus der Thatsache ohne weiteres erklärt, daß die Pflanzen alle diese Nährstoffe zum normalen Gedeihen gebrauchen und daß sich die Qualität und Quantität der Ernten nach den im Boden in geringsten Mengen vorhandenen Nährstoffen richten. Es ist dies der hoch-

wichtige Fundamentalsatz Liebig's, welchen Schultz ebenfalls wiederholt anführt.

Von der vereinigten Zufuhr von Kalk — am besten in Form von Mergel — Kali und Phosphorsäure bei richtiger Fruchtfolge — Wechsel zwischen blattreichen und blattarmen Früchten — haben wir eine gesunde und andauernde Verbesserung des Sandbodens zu erwarten.

§ 301.

b. Das Kali und der schwerere Boden.

Nachdem die Betrachtung der Wirkung des Kalis auf leichten Boden ergeben hat, daß das Kali allein die Fruchtbarkeit desselben nicht zu erhöhen vermag, ist jetzt weiter zu untersuchen, wie die Wirkung des Kalis auf schwerere Böden ist?

Es sind mir auch hier keine Versuche außer den von mir in Pommritz angestellten bekannt, bei welchen durch eine Reihe von Jahren bei verschiedenen Früchten die Wirkungen des reinen Kalisalzes studirt worden sind, weshalb ich für die Beantwortung der Frage, wie das Kali auf schwerere Böden wirkt, nur die Resultate dieses Versuches als Grundlage verwenden kann. Diese Versuche haben bei Verwendung von reinem schwefelsauren Kali 10 Jahre von 1868 bis 1878 und dann noch, um die Nachwirkung kennen zu lernen, bis 1885 gedauert.

Zu dem Versuche wurde im Wirthschaftsgarten des Rittergutes Pommritz, von einem Theile desselben, der bis dahin als Park benutzt worden war, von 2 Flächen von reichlich je 6 sächs. Quadratruthen die Erde in Tiefe von 2′ weggenommen und bei Seite geschafft, dann von der einen die nächsten 2′ Boden ausgehoben und auf die andere geschafft, so daß hier in der ersten vierfüßigen Tiefe Erde aus drei bis vierfüßiger Tiefe vorhanden war. Dieser Boden wurde darauf auf das sorgfältigste durchgearbeitet und gemischt, was dadurch bewerkstelligt war, daß 6 Arbeiter zunächst auf der Langseite und 6 circa 6′ davon in derselben Richtung aufgestellt wurden und jede Partei die Erde bis zur erforderlichen Tiefe auszugraben und dahin zu werfen hatte, wo die andere stand. Dies Umgraben und Durchwerfen wurde sowohl der Länge als auch der Breite der Parcellen nach vorgenommen. Nachdem die Mischung der Erde in dieser Art so sorgfältig wie möglich stattgefunden hatte, wurde die Fläche in 6 Parcellen à 1 sächs. Quadrat-Ruthe in der Art getheilt, daß die 6 Quadrat-Ruthen große Fläche — der für die Bretter erforderliche Raum war natürlich besonders berechnet — mit gut getheerten Brettern von der Umgebung und dann durch eben solche jede Parcelle von der anderen getrennt wurde. Durch das Einsetzen der Bretter war die Erde jeder einzelnen Parcelle wiederum gründlich hin und her bewegt worden.

Die Zusammensetzung der Erde war die folgende:

a. Mechanische Analyse.

Thon	9,1997
Sand I	19,6718
Sand II	20,9837
Sand III	12,5641
Sand IV	7,4844
Sand V	3,0619
Schlämmrückstand	13,0521
In Salzsäure und kohlens. Natron lösliches und Glühverlust	13,9823
	100,0000

b. Chemische Analyse.[1])

	Gesammt-resultate	Wässriger Auszug	Salzs. Auszug
Chem. geb. Wasser	2,1971	2,1971	—
Humus	0,1979	0,0051	—
Gesammtstickstoff	0,0340	—	—
Eisenoxyd	4,4274	0,0015	2,9195
Eisenoxydul	0,0738	—	0,0738
Manganoxyduloxyd	0,1222	—	0,0871
Thonerde	9,2259	—	2,5534
Kalkerde	0,8017	0,0083	0,2471
Magnesia	0,8072	0,0020	0,4975
Kali	2,4318	0,0030	0,2276
Natron	1,3047	0,0040	0,0888
Ammoniak	—	0,0007	—
Phosphorsäure	0,1203	0,0006	0,0748
Schwefelsäure	0,0180	0,0093	0,0091
Salpetersäure	?	?	—
Kohlensäure	0,0512	—	0.0512
Kieselsäure	22,4589	0,0079	5,1888
Chlor	0,0024	0,0024	—
Quarz	56,4076	—	—
	100,6816	0,0448	12,0187
Sauerstoff ab für Chlor:	0,0005	0,0005	
	100,6811	0,0443	

Die Ernte-Resultate der ersten 10 Jahre, in welchen die Kali-Parcelle 6mal je mit 2 ℔ schwefelsaurem Kali gedüngt worden ist, sind von dieser und der ungedüngten Parcelle auf der folgenden Tabelle, auf $^1/_4$ ha. berechnet, zusammengestellt:

[1]) Zur Charakterisirung des Bodens gebe ich die Resultate des wässrigen und salzsauren Auszuges, sowie die Gesammtresultate, welche außerdem die durch den schwefelsauren, flußsauren und phosphorsauren Auszug erhaltenen Zahlen mit einschließen.

Jahr	Frucht	Ungedüngt			Mit schwefels. Kali gedüngt			Bemerkung betreffs der Düngung der Kali-Parcelle
		Körner	Stroh, Spreu u. Ueberkehr	Gesammternte	Körner	Stroh, Spreu u. Ueberkehr	Gesammternte	
		Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	
1868	—	—	—	—	—	—	—	gedüngt
1869	Hafer	111,126	283,236	394,362	105,706	207,346	313,052	—
1870	Hafer	12,061	43,368	55,429	19,921	73,587	93,508	—
1871	Hafer	22.632	70,877	93,509	19,108	112,888	131,996	gedüngt
1872	Wicken	225,776	866,108	1091,884	364,820	961,243	1826,063	gedüngt
1873	Roggen	111,804	342,188	453,992	127,389	319,827	447,216	gedüngt
1874	Klee			2779,730			736,041	—
1875	Roggen	216,154	505,490	721,644	166,554	399,784	566,338	—
1876	Erbsen	571,894	948,640	1520,534	673,534	1149,210	1822,744	—
1877	Roggen	131,454	257,759	389,213	134,842	335,412	470,254	gedüngt
1878	Kartoffel	1318,666	62,342	1381,008	1783,520	55,565	1839,085	gedüngt
Gesammternte				8881,305			7746,297	
Gesammternte der Halmfrüchte		605,231	1502,918	2108,149	573,520	1448,844	2022,364	
Ernte der Leguminosen von 1872 und 1876		797,670	1814,748	2612,418	1038,354	2110,453	3148,807	
Gesammternte der Leguminosen				5392,148			3884,848	

Betrachten wir diese zehnjährigen Ernte-Resultate, so ergiebt sich, daß von einer erheblichen günstigen Wirkung des schwefelsauren Kali nicht die Rede sein kann. Bei den 6jährigen Cerealien-Ernten hat das schwefelsaure Kali die Körner-Ernte um 31,711 Kilo und die Stroh- und Spreu-Ernte um 54,074 Kilo depressirt; hier ist somit von einer günstigen Wirkung nicht die Rede. Anders bei den beiden Leguminosen, Wicken und Erbsen; hier ist durch die Kalidüngung an Körnern ein Plus von 240,684 Kilo und an Gesammternte von 536,389 Kilo erzeugt worden. Interessanter Weise dagegen hat auf den Klee das schwefelsaure Kali entschieden ungünstig gewirkt und zwar in dem Grade, daß die Klee-Ernte auf der Kali-Parcelle um 2043,689 Kilo erniedrigt worden ist, so daß hiernach die Gesammternte der drei Leguminosen eine Depression von 1507,300 Kilo erlitten hat. Wir sehen aber, daß diese Ernteverminderung allein den Klee trifft, daß dagegen an Erbsen und Wicken eine sehr hübsche Mehrernte erzielt worden ist. Ein Gleiches ist betreffs der Kartoffel zu constatiren; hier hat sich ein Plus von 464,854 Kilo ergeben. Trotz der günstigen Wirkung bei Wicken, Erbsen und Kartoffel ergiebt sich doch als Gesammt-Resultat für die 10 Jahre, daß eine Wirkung nicht stattgefunden, daß im Gegentheil die Ernte der 10 Jahre auf der Kali-Parcelle um 1135,008 Kilo gegenüber ungedüngt verringert worden ist.

Aus diesen Versuchs-Resultaten folgt somit, daß eine einseitige Kalidüngung bei schwereren Böden für die Halmfrüchte ohne Wirkung ist, daß dieselbe andererseits die Ernte der Wicken, Erbsen und Kartoffel etwas zu vermehren im Stande ist.

Nachdem dies Resultat gewonnen war, lag die Frage nahe, ob durch das schwefelsaure Kali doch nicht der Boden günstig verändert worden sei? Eine zur Beantwortung dieser Frage vorgenommene sehr sorgfältige und ausführliche chemische und physikalische Untersuchung des Bodens der Parcelle ließ in dieser Beziehung fast nichts erkennen. Anders war dagegen ein zweiter für die Beantwortung der obigen Frage betretener Weg in seinen Resultaten. Die Parcellen wurden nämlich von 1879 an gleichmäßig kräftig gedüngt und bestellt, um hierdurch zu erfahren, ob die einseitige Düngung die Böden doch vielleicht günstig verändert haben könnte.

Die Parcellen erhielten, wenn das Feld Cerealien zu tragen hatte, in den Jahren 1879, 1880, 1881, 1882, 1883 und 1884 pro Parcelle 100 Gramm Stickstoff in Ammoniakform und 200 Gramm lösliche Phosphorsäure, und wenn Kartoffel erzielt werden sollten, außerdem noch rund 300 Gramm Kali, 1885 wurden die Parcellen mit einem äußerst

sorgfältig durchgemischten Stallmist (Rindvieh) gleichmäßig gedüngt und zwar pro Parcelle mit 80 Kilo.

Die so erzielten, auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Ernte-Resultate, sind sehr interessant:

Jahr	Frucht	frühere ungedüngte Parcelle			frühere Kali-Parcelle		
		Körner resp. Knollen	Stroh, Spreu resp. Kraut	Gesammternte	Körner resp. Knollen	Stroh, Spreu resp. Kraut	Gesammternte
		Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo
1879	Hafer	456,702	1125,542	1582,244	607,130	1446,060	2053,190
1880	Kartoffel	4101,376	194,878	4296,254	4948,242	187,560	5135,802
1881	Kartoffel	4359,630 ges.[2]) 75,042 schw.	183,216	4617,888	5189,151 ges. 255,354 schw.	238,029	5682,534
1882	Hafer	363,194	1582,875	1946,069	394,364	1772,604	2166,968
1883	Gerste	448,653	807,375	1256,028	527,183	873,061	1400,194
1884	Sommerweizen	152,054	705,382	857,436	197,724	743,599	941,323
1885	Kartoffel	2214,399	[1])	2214,399	2643,998	[1])	2643,998
Gesammt-Halmfrucht-Ernte		1420,603	4221,174	5641,777	1726,351	4835,324	6561,675
Gesammt-Kartoffelernte		10675,405 ges. 75,042 schw.	378,094	11128,541	12781,391 ges. 255,354 schw.	425,589	13462,334

[1]) Kartoffelkraut so abgestorben, daß quantitative Sammlung unmöglich.
[2]) Ges.=gesunde, schw.=schwarze.

Hat mithin die einseitige Kali-Düngung auf schwereren Boden direct keine erhebliche Wirkung hervorgebracht, so zeigen die Zahlen der letzten Tabelle, daß dieselbe doch für den Boden von nicht geringem Nutzen gewesen ist, daß sie denselben für die Wirkung der späteren Zufuhr von Stickstoff und Phosphorsäure eventuell Kali in erheblichem Grade geeignet gemacht hat. Wir sehen, daß in den Jahren 1879, 1882, 1883 und 1884, wo die Parcellen Halmfrüchte zu tragen hatten, in Summa an Körnern 305,748 Kilo und an Stroh und Spreu 614,150 Kilo d. i. über 21,6% an Körnern und über 19,5% an Stroh und Spreu mehr gewonnen worden sind. Das Plus an Knollen beträgt in den Jahren 1880, 1881 und 1885 2286,298 Kilo d. i. fast 11% mehr. 7 Jahre hindurch zeichnet sich somit die frühere Kali-Parcelle jährlich durch größere Ernten aus, was natürlich nur der Wirkung der früheren Kali-Düngung zugeschrieben werden kann. Es ist daher wohl auch der Schluß ein berechtigter, daß die Wirkung des Kalis gleich hervorgetreten wäre, wenn dieses nicht allein, sondern wenn gleichzeitig noch aufnehmbarer Stickstoff und Phosphorsäure dem Boden zugeführt worden wären.

Für Kali allein ist jedoch auch hier für die Cerealien und den Klee keine Wirkung zu erwarten, bei Wicken, Erbsen und Kartoffel andererseits ist eine Wirkung vorhanden, aber keine landwirthschaftlich brauchbare, da die Kosten der Düngung das Plus des Ertrages übersteigen.

§ 302.

c. Wirkt das Kali in Verbindung mit Schwefelsäure oder Chlor am vortheilhaftesten?

Aus den Absorptions-Erscheinungen des Bodens wissen wir, daß das schwefelsaure Kali und das Chlorkalium im Boden zum bei weitem größten Theile in diesen Verbindungen nicht verbleiben, sondern in der Art zerlegt werden, daß das Kali von den wasserhaltigen Silicaten des Bodens und den Humuskörpern absorbirt wird, die Schwefelsäure resp. das Chlor mit den von dem Kali verdrängten Basen in Verbindung treten und in Lösung bleiben. Hiernach könnte der Schluß, daß es durchaus gleichgültig sei, in welcher Verbindung das Kali zum Boden gebracht wird, als ein in jeder Weise gerechtfertigter erscheinen. Dem ist aber trotzdem nicht so. Das Kali wird zwar im Boden in andere als die ursprünglichen Formen übergeführt und dann der

Pflanze später in bestimmter Verbindung geboten, weshalb es für die Pflanze in Betreff des Kalis gleichgültig ist, in welcher Verbindung dieses zum Boden gelangt. Nicht gleichgültig ist es aber, in welche Verbindung die von dem Kali verdrängten Basen treten, da diese für die Ernährung ebenfalls eine durchaus wichtige Rolle spielen. Bringen wir das Kali als schwefelsaures Salz zum Boden, so tritt die Schwefelsäure vor Allem in Verbindung mit der Kalkerde und Magnesia und bildet mit diesen Gyps und schwefelsaure Magnesia, zwei Salze, deren indirect günstige Wirkungen auf den Boden und somit auch für die Pflanze bekannt sind. Führt man dem Boden das Kali dagegen als Chlorkalium zu, so bilden sich vorherrschend Chlorcalcium und Chlormagnesium; diese beiden Salze vermögen zwar ebenfalls auf die anderen Bodenbestandtheile lösend einzuwirken, führen aber für die Pflanzen zwei Nachtheile herbei; sie üben einerseits direct einen entschieden schädlichen Einfluß auf die Pflanzen aus und treten andererseits bei durchlassendem Boden und der nothwendigen Feuchtigkeit in den Untergrund, wodurch sie zwar für sich unschädlich werden, dem Boden aber durch sich zugleich die genannten Basen entziehen. Können sie wegen Undurchlassenheit des Untergrundes u. s. w. nicht vorherrschend durch Beraubung des Bodens an Kalkerde, Magnesia u. s. w. schädlich wirken, sondern bleiben sie in der Ackerkrume, so befinden sie sich in der Bodenlösung, werden nach den Gesetzen der Ernährung (Bd. I. p. 275) von den Pflanzen aufgenommen, und führen denen so Chlor, resp. Kalk und andere Basen in größeren Mengen zu als dieselben diese unter anderen Umständen aufnehmen und verarbeiten können.

Dies zeigen z. B. die Versuche von Schlössing, welcher Tabak mit verschiedenen Salzen, besonders Kalisalzen und Chlormetallen düngte, und hierbei fand, daß der mit schwefelsaurem Kali gedüngte Tabak am meisten Kali und Schwefelsäure, dagegen am wenigsten Kalkerde, Chlor u. s. w. aufgenommen hatte, und dabei ein Tabak erzeugt war, welcher Cigarren lieferte, die nicht kohlten, lange Feuer hielten (3 Min.) und sehr verbrennlich waren, während der mit Chlormetallen gedüngte Tabak eine Cigarre gab, die stets kohlte und wenig, resp. durchaus unverbrennlich war.

Die ungünstige Wirkung der Chlormetalle auf die Entwickelung der Pflanzen, wie wir sie eben beim Tabak gesehen haben, ist auch bei anderen Pflanzen beobachtet worden, wie bei den

Zuckerrüben durch Verminderung des Zuckergehaltes, bei den Kartoffeln durch Verminderung des Stärkemehlgehaltes u. s. w. Da einerseits gerade Rüben und Kartoffeln die landwirthschaftlichen Culturpflanzen sind, welche dem Boden große Mengen Kali entziehen, für welche daher die Anwendung der Kalisalze nothwendig ist und für die sie zunächst ihre große Bedeutung haben, und da anderseits wir bei der Rübe vor Allem auf den Zuckergehalt und bei der Kartoffel in den meisten Fällen auch auf den Stärkemehlgehalt Rücksicht nehmen müssen und beide so hoch wie möglich wünschen, so beweist dies ebenfalls, daß die beste Form, in welcher das Kali zum Boden zu bringen, die mit Schwefelsäure ist.

Die betreffenden Versuche, welche das Obengesagte darthun, werden bei der Besprechung der Kochsalzdüngung angeführt werden.

Nach der bisherigen Betrachtung verdienen also für die Pflanzen, welchen in erster Reihe eine Kalizufuhr nothwendig ist, wie Zuckerrüben, Kartoffeln, Tabak u. s. w. vor Allem diejenigen Dungsalze von Staßfurt der Beachtung der Landwirthe, welche das Kali als schwefelsaures Salz enthalten; dies sind: die schwefelsaure Kalimagnesia und das reine schwefelsaure Kali.

Zu erwähnen ist ferner noch, daß bei diesen Dungsalzen auch den außer dem Kali vorhandenen Stoffen noch ein theilweiser nicht unbedeutender Dungwerth vindicirt werden muß. Es gilt dies vor Allem von der Magnesia, deren Bedeutung für die Pflanzen im ersten Bande dargelegt ist und welche unter Anderen für die Wurzelgewächse von Wichtigkeit ist, da die Blätter derselben diese Basis in bedeutenden Mengen enthalten. Nächst der Magnesia ist die Schwefelsäure zu nennen, deren Vorkommen in den Pflanzen und ihren Theilen, sowie Bedeutung für dieselben ebenfalls bereits im ersten Bande besprochen ist.

§ 303.

d. Die Düngung des Untergrundes.

Bei den Wurzelgewächsen, welche ja mit vor Allem der Kalidüngung bedürfen, ist bekanntlich die Düngung des Untergrundes sehr wichtig, da dieselben ihre Wurzeln tief in die Erde hineinschicken. Da nun das Kochsalz lösend auf die Bodenbestandtheile einwirkt und so eine Düngung des Untergrundes bewirkt, so hat man die Gegenwart des Kochsalzes in den rohen Dungsalzen von Staßfurt gerade als sehr günstig hingestellt.

Ferner ist vorher aber dargethan worden, daß die Chlormetalle durch Verminderung des Zuckergehaltes ungünstig auf die Rüben influiren, wodurch man sich scheinbar in einem schweren Dilemma befindet, da einerseits der Untergrund für die Rüben mit Kali gedüngt werden soll, was das Kochsalz schön bewirkt, und anderseits das Kochsalz auf die Entwicklung der Wurzeln nachtheilige Einflüsse ausübt. Würden andere Salze ohne diese schädlichen Wirkungen auf den Zuckergehalt der Wurzeln in ähnlicher Weise eine Düngung des Untergrundes bewirken, so wäre man aus dem genannten Dilemma heraus. Das ist, wie die Versuche von Wandel gezeigt haben, der Fall, und zwar geschieht es in vorzüglichster Weise durch Anwendung der schwefelsauren Kalimagnesia.

Wandel füllte 6" weite Röhren mit einer 5' hohen Erdschicht, die er in Bezug auf das Verhältniß der Ackerkrume zum Untergrunde möglichst dem senkrechten Profil eines benachbarten Feldes entsprechend herstellte. Auf die Erde streute er die zur Absorption bestimmten Salze und goß täglich 500 Cc. Wasser auf. Die eine Röhre erhielt 9,1 Grm. schwefelsaure Kalimagnesia mit 54 % schwefelsaurem Kali, die andere dieselbe Menge dieses Salzes und dann noch 18,37 Grm. Kochsalz. Die Röhren hatten von 12 zu 12" Ablaßhähne, um die gleichzeitig in den verschiedenen Erdschichten, vorhandenen Kalimengen zu bestimmen. Die Filtration der ersten Lösung erfolgte nach 9, und die der zweiten nach 11 Tagen. Von Beginn der Filtration an, wurden alle 2 Tage 400 Cc. Wasser aufgegossen und alle 2 Tage Kalibestimmungen von den aus den unteren 4 Hähnen ablaufenden Lösungen gemacht. Bei der Bezeichnung der Ausflußöffnungen, von unten anfangend, mit I, II, III, IV, ergaben sich hierbei die folgenden Resultate:

I. Rohr Ohne Kochsalz.					II. Rohr Mit Kochsalz				
	I.	II.	III.	IV.		I.	II.	III.	IV.
1. Tag	—	—	—	—	2. Tag	—	—	0,01	0,10
3. „	0	0	0,06	0,18	4. „	0,00	0,01	0,10	0,12
5. „	0,03	0,05	0,14	0,16	6. „	0,00	0,02	0,13	0,16
7. „	0,05	0,07	0,12	0,10	8. „	0,01	0,07	0,13	0,12
9. „	0,09	0,09	0,09	0,08	10. „	0,05	0,07	0,07	0,09
11. „	0,05	0,05	0,06	0,04	12. „	0,02	0,04	0,05	0,08
13. „	0,00	0,01	0,02	0,01					

Diese Versuche zeigen, daß die Gegenwart des Kochsalzes die Düngung der tieferen Schichten durchaus nicht beschleunigt hat und daß somit die schwefelsaure Kalimagnesia die Düngung des Untergrundes in befriedigender Weise bewirkt.

Diese Thatsache erklärt sich aus der Gegenwart der schwefelsauren Magnesia und dem sich bei Absorption des Kalis bildenden Gyps (theilweise auch durch Absorption der Magnesia entstehend), welche beide bekanntlich lösend auf die Bodenbestandtheile einwirken und so ein allmähliches Tiefergehen des Kalis verursachen.

§ 304.

F. Düngungs-Versuche und Resultate derselben.

a. Vorbemerkung.

Nachdem wir jetzt einerseits die Nothwendigkeit der Zufuhr der spec. kalihaltigen Dungstoffe für eine Anzahl von Gütern dargethan, andererseits das Vorkommen der Rohsalze, die Verarbeitung derselben, sowie die im Handel vorkommenden Kalisalze und das Verhalten des Kalis im Boden beschrieben haben, ist es weiter erforderlich, durch Düngungsversuche die Wirkung der Kalidüngung auf die einzelnen landwirthschaftlichen Culturpflanzen, sowie die Art der Verwendung derselben zu belegen.

Wie bereits erwähnt, hat die Anwendung des rohen Staßfurter Abraumsalzes fast stets negative Resultate ergeben, was die Ursache der Darstellung reinerer Präparate war. Aus diesem Grunde halten wir es auch nicht für geboten, hier noch Versuche mit dem Abraumsalze zu besprechen. Für uns können nur Versuche mit den dargestellten reineren Präparaten und mit den reineren Rohsalzen in Betracht kommen.

Nachdem seit der Einführung der für die Landwirthschaft brauchbaren Kalidungmittel mehr als 20 Jahre vergangen sind, ist auch die Zahl der bekannt gewordenen Düngungsversuche mit diesen Düngemitteln eine sehr bedeutende geworden. Hiermit kann und soll aber nicht gesagt sein, daß alle diese Versuche mit den erhaltenen Resultaten für die zu beantwortenden Fragen verwendbar und daß bereits ganz sichere Resultate über alle hier in Betracht kommende Punkte erhalten worden sind. Es wird im Gegentheil noch einer Reihe von Versuchen bedürfen, um über die ganze Kali-Düngungsfrage voll befriedigend referiren zu können.

Die vorliegenden Versuche können hier selbstverständlich nicht in's Gesammt besprochen werden, sondern es können von denselben nur eine Anzahl für die uns vorliegenden Zwecke genügende Versuche herausgegriffen werden. Da ferner die gewonnenen Resultate sowohl negative, wie positive sind, so werden wir sowohl jene als diese hier anzuführen haben. Es ist be-

reits bemerkt, daß hier nicht alle Versuche besprochen werden können, wir verwahren uns deshalb dagegen, daß wir alle hier nicht vorgeführten Versuche als nicht brauchbar erklären wollen. Es liegt uns dies vollständig ferne, der hier zu Gebote stehende Platz verbietet aber die Besprechung aller bekannt gewordenen Versuche.

§ 305.

b. Zuckerrüben.

1. Versuche auf den Versuchs-Parcellen der Zuckerfabrik Waldau im Jahre 1863.

Die Versuchsstücke waren aus einer 90 Morgen haltenden Breite herausgeschnitten, welche 1861: Klee, wozu gut gedüngt und 1862: Roggen getragen hatte; jede Versuchs-Parcelle war 10 Q.-R. groß. Die Versuche wurden mit verschiedenen künstlichen Düngern angestellt, von denen wir hier nur einige, die Wirkung der Kali-Düngung zeigend, herausgreifen. Als Kalisalz diente das rohe schwefelsaure Kali. Alle andern Angaben enthält die folgende Tabelle.

Düngung pro 10 Quadrat-Ruthen	Geerntete Rüben pro 10 Quadrat-Ruthen ℔ Gewicht.	℔ Zahl.	℔ Blattgewicht	Durchschnitt der Polarisation (4 Best.)	Ctr. Geerntete Rüben pro Morgen	℔ Brutto-Ertrag an Zucker pr. Morg.	Bei Bearbeitung der Rüben ist an Steuer zu zahlen	Mark Kosten der Düngung pr. Morgen
Ohne Dünger . .	830	930	364	9,01	150	1350	37½	—
dito	1018	993	287	10,92	183	1998	45¾	—
Holzasche 25 ℔ (pro Morg. 450) . .	850	839	240	12,90	153	1973	38¼	20½
Schwefelsaures Kali 20 ℔ (pro Morgen 360 ℔) . . .	910	945	320	13,47	164	2209	41	6

Hervorzuheben ist hier noch, daß von allen Versuchs-Parcellen, deren Zahl 15 war, die mit schwefelsaurem Kali gedüngte die bei weitem zuckerreichsten Rüben erzeugt hatte; die anderen Dungstoffe waren: Bakerguano allein und aufgeschlossen, Superphosphat, Peruguano, Waschkohle und Rapskuchenmehl theils für sich, theils mit einander combinirt.

2. Versuche ebendaselbst im Jahre 1864.

Bei diesen Versuchen wurden die ganzen 40—80 Morgen betragenden Breiten erst vollständig mit den angegebenen Mengen Guano und Superphosphat gedüngt, dann halbirt und die eine Hälfte mit 1—2½ Ctr. des rohen schwefelsauren Kalis übergedüngt, während die andere Hälfte ohne Salz blieb. Specielle Angaben über den Ertrag liegen nicht vor, da die Veröffentlichung erfolgte, bevor die Ernte vollständig geschehen war. Die folgende Tabelle zeigt die Menge des Saftes, dessen Zuckergehalt u. s. w bei einigen von den Versuchen.

Bezeichnung des Feldes	Vorfrucht.	Düngung pro Morg.	Beidüngung an Kalisalz.	Zeit der Polarisation.	Saftgewicht nach Brix.	% Zuckergehalt des Saftes.	% Nichtzuckergehalt des Saftes.	Verhältniß von Zucker zu Nichtzucker.
Bullerstedt	Gerste	1½ Ctr. Guano 2½ Ctr. Superphosphat.	—	4./10.	17	14,44	2,56	100: 17,7
dito	dito		2½ Ctr.		18	15,65	2,35	100: 15
Warthe	dito		—	20./9.	15°	15,30	1,70	100: 12,8
dito	dito		1 Ctr.		15,5°	14,38	1,12	100: 7,8

3. Versuche ebendaselbst im Jahre 1865.

Bei diesem Versuche hatte die Hälfte des Versuchsfeldes bei Düngung der Vorfrucht (1864) $2^1/_2$ Ctr. rohes schwefelsaures Kali p. M. erhalten; die andere nicht; von der letzteren erhielten 35 Morgen bei der Rübenbestellung p. Morgen 32 ℔ reines schwefelsaures Kali (70—75 %), die übrigen nicht; letztere waren somit überhaupt nicht mit Kali gedüngt worden. Die Resultate der Versuche mit den übrigen Daten zeigt die folgende Tabelle.

Vorfrucht 1864	1865. Superdüngung pro Morgen				Polarisations-Ergebnisse			Zuckerertrag nach der Polarisation bei 130 Ctr. pro Morgen.	Kosten der Kalidüngung pro Morgen
	Guano	phosphorf. Kalk	schwefelsaures Kali 70—75 %	schwefelsaures Kali 18—20 %	Datum	Proct. nach Brix	Procente Zucker im Safte		
	Ctr.	Ctr.						℔	
I. Gerste in 1 Ctr. Guano, 1 Ctr. phosphorf Kalk u. $2^1/_2$ Ctr. rohes schwefelf. Kali (40 Morgen)	2	2	siehe Vorfrucht.		16./9. 1.10. 7./10. 18./10. 31./10.	13,0 15,5 15,5 16,25 16,25	10,36 12,83 13'60 14,04 14,04	1825	1864 3 M. 75 Pf.
II. Gerste in Guano und Kalk, wie oben, aber ohne Kali (35 Morgen)	2	2	32 ℔		wie oben	13,00 14,50 16,25 16,25 17,30	10,87 12,42 14,04 14,44 14,44	1877	1865 3 M. 46 Pf.
III. Gerste in Guano und Kalk, wie oben, ohne Kali (5 Morgen)	2	2	ohne Kali.		wie oben	13,00 14,00 15,50 15,50 16,25	10,65 12,01 13,60 13,60 13,60	1768	—
IV. Gerste, Düngung wie bei I.[1]) (2 Morgen)	2	2		100 ℔		— 13,50 16,70 16,70 16,70	— 11,70 14,40 14,40 14,40	1877	1864 3 M. 75 Pf. 1865 1 M. 50 Pf.

[1]) Diese 2 Morgen sind im Frühjahr 1865 aus den obigen 40 Morgen herausgeschnitten.

4. Versuche ebendaselbst im Jahre 1866.

Der Zweck dieser Versuche war, die Grenze zu erforschen, bis zu welcher mit der Kalizufuhr auf einem bestimmten Felde gegangen werden dürfte.

Ein Theil eines Feldes, welches 1865 Gerste in 180 Ctr. Stallmist, 1 Ctr. Guano, 1 Ctr. Superphosphat und 47 ℔ schwefelsaure Kalimagnesia getragen hatte, wurde in 8 Parcellen getheilt und diese in aufsteigenden Mengen von 45 zu 45 ℔ mit schwefelsaurer Kalimagnesia gedüngt. Die Düngung erfolgte kurz vor der Bestellung am 20. April. Die Ernte geschah am 11. Okt. und betrug durchschnittlich 155,4 Ctr. Rüben p. Morgen; die mit Kali gedüngten Stücke hatten wenigstens 15 % mehr als das ungedüngte gegeben. Die folgende Tabelle zeigt die Beschaffenheit der Rüben; die Zahlen sind Mittel aus zwei Bestimmungen. (Die Bestimmungen vom 5. und 12. Oktober.)

Düngung pro Morg. ℔	Polarisations-Zucker %	Nichtzucker.	Verhältniß des Zuckers zum Nicht-Zucker im Safte	Aus 100 Thl. Polarisations-Zucker werden gewonnen	In der Fabrik zu erzielende Zuckermenge: Procent aus 100 Saft	In der Fabrik zu erzielende Zuckermenge: bei einer Ernte von 150 Ctr. Rüben.
0	12,01	3,99	75 : 25	50	8,02	10,10
45	12,15	3,85	76 . 24	52	8,30	10,46
90	12,25	3,55	77 : 23	54	8,70	10,96
135	12,49	3,01	80 : 20	60	9,48	11,94
180	12,83	2,42	84,2 : 15,8	68,4	10,41	13,17
225	12,89	2,35	84,6 : 15,4	69,2	10,54	13,28
270	13,81	1,43	90,6 : 9,4	80,6	12,38	15,60
315	13,23	2,82	86,8 : 13,2	73,6	11,21	14,12
360	12,96	2,79	82,9 : 17,1	65,8	10,17	12,81

Diese sehr interessante Versuchsreihe zeigt, daß die Zuckererträge bis zu einer gewissen Grenze mit der vermehrten Kalizufuhr steigen und daß diese Grenze für das betreffende Feld 270 ℔ der schwefelsauren Kali-Magnesia (78 3/4 ℔ Kali) pro Morgen waren. Hervorzuheben als wichtig ist ferner das Resultat der Versuche, daß mit dem Steigen des Zuckergehaltes der Salzgehalt der Rüben fällt.

Bei Stück 6 sind 5 1/2 Ctr. Zucker mehr p. Morgen als auf dem ungedüngten Stücke geerntet; die Kosten der Kalidüngung betragen 24 Mark 30 Pfennig p. Morgen, somit hat diese Parcelle, den Centner Zucker zu 25 Mark 50 Pfennig gerechnet, einen Mehrgewinn von 115 Mark 95 Pfennig ergeben.

5. Versuche auf den Feldern der Zuckerfabrik von Schultze, Buhlers u. Comp. in Calbe a. S.

Die Versuche wurden mit rohem schwefelsauren Kali und mit 54 % schwefelsaurer Kalimagnesia angestellt; die Resultate derselben zeigt die folgende Tabelle.

Morgenzahl	Feldmark	Vorfrucht und Düngung 1865	Düngung 1866	Ernte pro Morgen. Ctr.	Polarisations-Zucker.	Procente nach Brix.	Verhältniß des Zuckers zum Nichtzucker.	Bemerkungen.
$8^1/_2$	Tiegel	Weizen	$^1/_2$ Ctr. Guano 1 Ctr. Superphosphat 3 Ctr. rohes schwefels. Kali	145	8,78	12,30	71,43 : 28,57	Bestellt d. 24./4; verarbeitet den 8.—10. Januar 1867;
$8^1/_2$	Boden III. Klasse	Stalldünger	$^1/_2$ Ctr. Guano 1 Ctr. Superphosphat 1 Ctr. schwefels. Kali-magnesia	145	10,95	13,85	79,05 : 20,95	die Rüben waren stark befallen und zeigten sich viele trockenfaule.
9	Wartberg Boden IV. und meist V. Klasse	Roggen	$^1/_2$ Ctr. Guano 1 Ctr. Superphosphat 3 Ctr. rohes schwefels. Kali	134	12,82	15,46	82,92 : 17,08	Bestellt d. 23./4;
9	Boden III. bis IV. Klasse	Stall-	$^1/_2$ Ctr. Guano 1 Ctr. Superphosphat 1 Ctr. schwefels. Kali-magnesia	160	12,75	15,38	82,92 : 17,08	verarbeitet den 10.—15. Jan. 1867;
9	dito	dünger	$^1/_2$ Ctr. Guano 1 Ctr. Superphosphat	173	11,80	14,62	80,71 : 19,29	die verschiedenen Ernten wohl allein in den Bodenklassen zu suchen.

Diese Resultate, welche der Kalidüngung nicht sehr günstig sind, erklären sich nach den Versuchsanstellern zum Theil dadurch, daß ohne Prüfung die in Waldau benutzten Kalimengen angewendet sind, obgleich, wie die chemische Analyse zeigte, jene Felder weit reicher, als diese an Kali waren.

6. Versuch von Graf Hacke, Domaine Alt-Ranft bei Freienwalde O. L. 1867.

O. Corbel, welcher über diesen Versuch referirt, giebt in Betreff des Bodens an, daß derselbe ein sogenannter puffiger Oderbruchsboden, d. h. humose Thonschicht mit unreifem Torf in der Ackerkrume gemischt und torfiger und lettiger Untergrund. Dieser Boden giebt quantitativ häufig sehr gute Ernten, ist aber wegen seiner physikalischen Beschaffenheit unsicher im Ertrage und giebt stets qualitativ schlechtere Erträge in Getreide und Rüben; namentlich zeichnen sich letztere durch hohen Nichtzuckergehalt aus.

Vorfrucht: Hafer; Das Feld war mit 120 Ctr. Rindviehmist im Herbst gedüngt und der Dünger tief untergepflügt. Die schwefelsaure Kali-Magnesia war am 27. Mai ausgestreut und eingeeggt, die Rüben am 29. bestellt und am 7. und 8. November geerntet. Die Jahreswitterung war den spätgelegten Rüben günstig. Die Resultate zeigt die folgende Tabelle.

Parc.	Kali-Düngung pro Morgen Ctr.	Ernte an Rüben Ctr.	% Brix	Polarisationszucker %	Nichtzucker %	Zucker-Quotient	In der Fabrik zu erzielender Zucker bei 16% Preßlingen Ctr.
I	—	166	16,4	12,4	4,0	75,60	11,75
II	½	196,5	17,1	13,4	3,7	78,40	16,00
III	1	182,0	16,8	13,0	3,8	77,60	14,80
IV	2	160,5	17,2	13,8	3,4	80,35	14,10

Eigenthümlicher Weise ergab hier ½ Ctr. schwefelsaurer Kali-Magnesia die beste quantitative und 2 Ctr. die beste qualitative Ernte, während bei 1 Ctr. sowohl mittlere Qualität als Quantität erzielt wurde.

7. Versuch der Zuckerfabrik Barthels, Kuntze und Märcker zu Aschersleben.

Wirthschaftsdirector Beyse machte hier nach dem Referate von O. Corbel einen Rübendüngungsversuch mit steigenden Mengen Kalisalz zur Ermittelung der am günstigsten wirkenden Quantität. Zum Versuche dienten 6 Parcellen erfahrungsgemäß sehr gleichartigen Landes; verwendet wurde schwefelsaure Kali-Magnesia mit 54 % schwefelsaurem Kali. Dies Salz wurde im Februar ausgestreut und eingekrümmert. Die Samen wurden im April mit Guano (⅓ Ctr.) und Superphosphat (⅔ Ctr. pro Morgen) eingedrillt. Die Ernte erfolgte in der 2. Octoberhälfte, die Polarisation fand am 25. October statt. Namenswerthe quantitative

Unterschiede waren bei der Ernte nicht vorhanden, dieselbe betrug 120 Ctr. Rüben pro Morgen. Die Rüben wurden eingemiethet und Ende Januar verarbeitet. Die Kali gedüngten unterschieden sich von den anderen um diese Zeit in der Fabrik verarbeiteten Rüben durch auffallend gutes Aussehen, Fäulniß war nicht zu bemerken, während die übrigen Rüben fast durchgängig stark schwarzfleckig waren. Die Verarbeitung der Kalirüben war eine vorzügliche. Die Resultate ergiebt die folgende Tabelle:

Nr. der Parc.	Düngung pro Morgen			% Brix	Polarisationszucker	Nichtzucker
	Guano Ctr.	Superphosphat Ctr.	schwefelf. Kali-Magnesia Ctr.			
I	0,5	$^2/_3$	—	17,5	14,79	2,71
II	0,5	$^2/_3$	0,5	17,6	15,15	2,45
V	0,5	$^2/_3$	1,0	17,6	15,51	2,19
VI			1,0	18,4	16,97	1,43
III	0,5	$^2/_3$	1,5	15,0(?)	12,56(?)	2,44(?)
IV	0,5	$^2/_3$	2,0	17,7	15,88	1,82

Abgesehen von der Parcelle III, bei welcher besondere Umstände mitgewirkt haben müssen, ergiebt der Versuch, daß die steigende Kalimenge bei gleicher Phosphorsäure- und Stickstoffgabe Erhöhung des Zucker- und Verminderung des Nichtzucker-Gehaltes hervorgebracht hat. Die qualitativ besten Rüben hat die Düngung mit schwefelsaurer Kali-Magnesia allein ergeben.

8. Versuche auf der Fabrik Waldau bei Bernburg, Referent Cordel.

Aus einem Ackerfelde, welches pro Morgen mit $^2/_3$ Ctr. Guano und $^1/_2$ Ctr. Superphosphat und 75 ℔ schwefelsaurer Kali-Magnesia zu Zuckerrüben im Frühjahr gedüngt war, wurde ein gleichmäßiges Stück von 120 Quadrat-Ruthen herausgeschnitten und in 12 gleich große Parcellen eingetheilt und letztere mit den aus der Tabelle ersichtlichen Mengen von schwefelsaurer Kali-Magnesia bestreut. Die Resultate zeigt die folgende Tabelle. pag. 643.

Eine Wirkung der Kalidüngung ist hier entschieden zu constatiren, wenn dieselbe auch keine stetig steigende gewesen ist, so daß sich aus den Ergebnissen über die für den betreffenden Boden erforderliche zweckmäßigste Stärke der Kalidüngung nichts bestimmtes entnehmen läßt. Der Boden der einzelnen Parcellen scheint auch nicht gleicher Qualität gewesen zu sein, wie dies wohl die Parc. 6—9 auch nach dem Referenten ergeben.

Nr. der Parc.	Schwefels. Kali-Magnesia ℔	Ernte auf 10 Q.-R. Stückzahl	Ernte auf 10 Q.-R. Gewicht ℔	Polarisation des Saftes 1. November %	Nichtzucker %	Nettozucker %	Nettoertrag an Zucker pro Morgen bei 16% Preßlingen
1	115	738	897	14,50	2,50	12,00	16,29
2	160	761	910	14,81	2,19	12,62	17,37
3	205	779	950	14,70	2,30	12,40	18,00
4	250	777	893	15,60	2,40	13,20	17,82
5	295	780	978	15,22	1,28	13,94	20,52
6	340	765	915	15,39	2,61	12,78	16,61
7	385	810	932	14,81	3,19	11,62	16,38
8	430	780	1060	14,37	3,13	11,34	18,18
9	475	780	984	14,39	3,61	11,78	17,52
10	520	783	1200	14,84	2,60	12,18	22,10
11	115	732	878	14,13	2,40	11,73	15,57
12	160	778	950	14,46	2,00	12,76	18,24

Interessant ist noch die Bemerkung Corbels, daß die Kaufrüben der Fabrik in diesem Jahre durchschnittlich $1^1/_4$% niedriger, als die von der Wirthschaft selbst mit Kalisalz kultivirten Rüben polarisirten.

Corbel theilt gleichzeitig noch mit, daß die Herren Baumann und Maquet in Buckau bei Magdeburg ihm mitgetheilt haben, daß es ihnen gelungen sei, auf rübenmüden Feldern mittelst schwefelsaurem Kali gesunde und qauerhafte Rüben zu erzielen; ferner daß in der Aschers-

lebener Wirthschaft von Barthels, Kuntze und Märck auf einem total rübenmüden Boden gleich im ersten Jahre 83 Ctr. bei Anwendung von 3 Ctr. schwefelsaurer Kali-Magnesia pro Morgen geerntet wurden.

9. Versuch auf dem Dominium Barby 1867. Referent O. Corbel.

Die Resultate der auf dem besseren Zuckerrübenboden der oben genannten Wirthschaft mit Kalidüngung erzielten Resultate zeigt die folgende Tabelle:

Morgenzahl	Name des Planes	Vorfrucht 1865	Düngung pro Morgen 1866	Durchschnittsernte pr. Morgen	Procentgehalt des Rübensaftes an		Zucker-Quotient
					Zucker	Nichtzucker	
				Ctr.	%	%	
10	Lämmeranger	Gerste	1½ Ctr. schwefelsaure Kali-Magnesia	165	12,58	1,21	91,2
10	do.	do.	ungedüngt	165	13,65	1,05	92,8
1	Anger v. d. Hofe	do.	1½ Ctr. schwefelsaure Kali-Magnesia	110	11,64	1,18	90,8
1	do.	do.	ungedüngt	110	13,28	1,61	89,2
10	Gr.-Schwehls	Roggen	1½ Ctr. schwefelsaure Kali-Magnesia	120	13,37	1,94	87,3
10	do.	do.	Guano	120	13,66	1,42	90,6

Bei diesem Versuche haben wir in qualitativer Hinsicht ein negatives Resultat zu verzeichnen.

Bei 2 weiteren Versuchen desselben Dominiums dagegen hat die Kali-Düngung, wie die folgenden Zahlen zeigen, qualitativ eine sehr günstige Wirkung hervorgebracht.

Morgenzahl	Name des Planes	Vorfrucht 1865	Düngung pro Morgen 1866	Durchschnittsernte pro Morgen Ctr.	Procentgehalt des Rübensaftes an Zucker %	Nichtzucker %	Zucker-Quotient
10	Rath-stämme	Gerste	1½ Ctr. schwefels. Kali-Magnesia	155	14,97	0,94	94,1
10	do.	do.	ungedüngt	155	8,80	2,60	77,2
11¾	Schloß-plan	Weizen	1½ Ctr. schwefels. Kali-Magnesia	136	12,80	1,35	90,4
11¾	do.	do.	ungedüngt	136	10,72	1,89	85,0

10. Versuche mit Kalisalzen von Heidepriem.

Als Kalisalze wurden bei diesem Versuche verwendet:

	Kali	Chlor	Schwefelsäure
Gewöhnliches Kalisalz	10,2	34,8	18,4 %
Chlorkalium	54,2	47,7	0,7 „
Schwefelsaures Kali	51,2	2,6	41,5 „
Schwefelsaure Kali-Magnesia [1]) . .	17,3	28,3	24,0 „
Melassenasche	32,1	11,1	7,2 „

Diese Kalisalze wurden im Herbst gegeben, um so zu erfahren, ob die nachtheilige Wirkung der chlorhaltigen Präparate bei der Frühjahrsdüngung, die sich bei früheren Versuchen gezeigt hatte, durch die Herbstanwendung verringert resp. aufgehoben würde.

Zur Verwendung gelangten pro Morgen 30 ℔ Kali. Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Tabelle:

	Ernteertrag pro Morgen Ctr.	Zucker %	Auf 100 Th. kommen Nichtzucker	Producirtes Zuckerquantum pro Morgen
1. Unged. (Mittel aus 2 Parc.)	137,7	13,57	15,59	1872
2. 60 ℔ schwefels. Kali	133,4	13,38	17,11	1712
3. 1 Ctr. Melassenasche	150,1	13,40	17,00	1923
4. 60 ℔ Chlorkalium	134,3	13,44	16,74	1771
5. 1½ Ctr. Schwefelf. Kali-Magnesia	127,2(?)	12,30	20,24	1501
6. 3 Ctr. Kalisalz	148,7	14,16	15,47	2020

Eine Erhöhung des Ertrages haben die Melassenasche und das gewöhnliche Kalisalz hervorgebracht. Man könnte hierdurch wohl zu der Annahme gelangen, daß die Parcellen nicht ganz gleich im Fruchtbarkeitszustande gewesen sein können. Qualitativ hat allein das gewöhnliche Kalisalz gute Wirkung gezeigt.

Die Wirkung dieser Salze bei der Frühjahrsanwendung ergiebt die folgende Tabelle:

	Ernteertrag pro Morgen Ctr.	Zucker %	Auf 100 Th. kommen Nichtzucker	Producirtes Zuckerquantum pro Morgen
Ungedüngt	137,7	13,57	15,59	1872
60 ℔ schwefels. Kali . .	138,8	13,56	15,41	1882
1½ Ctr: schwefels. Kali-Magnesia	162,1	11,99	19,68	1943
60 ℔ Chlorkalium . . .	144,6	13,04	16,48	1886
3 Ctr. Kalisalz	152,2	13,14	15,67	2000

[1]) Die Analyse zeigt, daß die schwefelsaure Kali-Magnesia sehr chlorreich und nicht das Fabrikat ist, was jetzt darunter verstanden wird.

In quantitativer Beziehung zeigen diese Versuche nun, abgesehen von dem schwefelsauren Kali, eine erhebliche Ertragssteigerung: in qualitativer Hinsicht ist dagegen, hier auch abgesehen von dem schwefelsauren Kali, eine nicht unwesentliche Erniedrigung des Zuckergehaltes eingetreten. Merkwürdig ist, daß die Qualitätsverschlechterung sich am meisten bei der schwefelsauren Kali-Magnesia und am wenigsten bei dem gewöhnlichen Kalisalze ergeben hat.

Heidepriem hat ferner die Asche der geernteten Rüben untersucht, Für den Gehalt der Asche an Kali und Chlor hat Heidepriem die folgenden Zahlen erhalten:

	Kali	Chlor
1. Ungedüngt	54,17	7,16
2. Kali-Magnesia im Frühjahr	49,97	18,39
3. „ „ Herbst	53,19	9,82

Dieses Resultat bedarf des Commentars nicht.

Diese Versuchs-Resultate sprechen bestimmt für die Anwendung der Kalisalze im Herbst.

11. Versuche, mitgetheilt von J. Moser 1879.

Diese Versuche wurden zu Gutenhof und Chwalkowitz angestellt. Größe der Versuchs-Parcelle 1 Ar. Der Boden zu Chwalkowitz war Verwitterungsboden des Rothliegenden im nordwestlichen Böhmen und durch fortgesetzte rationelle Düngung in voller Kraft. Tabelle a u. b. pag. 648 u. 649.

Die Resultate dieser Versuche, sowohl der zu Gutenhof, als auch der zu Chwalkowitz sind ganz besonderer Art und schwer zu interpretiren. Aus denselben scheint soviel hervorzugehen, daß die Böden der Versuchs-Parcellen nicht kalibedürftig waren, daß somit die Nebenbestandtheile mehr in Wirkung getreten sind, als das Kali. Ferner ist auch wohl die Annahme berechtigt, daß die Böden der einzelnen Parcellen nicht von gleicher Beschaffenheit waren: der wesentlich differirende Zuckergehalt der Rüben der beiden ungedüngten Parcellen spricht dafür. Moser hat die Resultate ebenfalls ohne Folgerungen aus denselben zu ziehen, bekannt gegeben.

12. Versuche von Rimpau-Schlanstedt und Prinz Wilhelm zu Schaumburg, referirt von M. Märcker.

Je 2 Streifen Landes in Schlanstedt wurden abwechselnd mit je ca. 120 Ctr. zweier Sorten Stallmist pro Morgen gedüngt, welcher in der Art erhalten, daß im Stalle unter die tägliche Streu theils Kainit, theils Gyps gestreut war. Auf 1 Fuder kamen ca. 50 Kilo Kainit, resp. 20 Kilo Gyps. Diese so erhaltenen Stallmistsorten wurden täglich auf die Dungstätte geschafft und während des Sommers auf's Versuchsfeld gefahren, dessen Boden ein milder, tiefgründiger, humoser Lößmergel ist. Das Versuchsfeld war:

a. Versuche in Gutenhof 1877.

Anbau 28. April, — Ernte 8. October.

Nr.	Pro Ar: Düngung (Kilo)	Pro Ar: Ernte an Rüben (in Kilo)	Pro Ar: Ernte an Blättern (in Kilo)	Der Saft zeigt: Saccharometergrade	Der Saft zeigt: Procente an Zucker	Der Saft zeigt: Procente an Nichtzucker	Der Saft zeigt: Reinheit	Der Saft zeigt: Stammer's Werth	Rang Nr.
1	12. Chlorkalium	194	71	16,7	13,6	3,1	81,4	11,1	17
2	18,6 „	210	79	17,8	13,7	4,1	77,0	10,5	15
3	14 schwefelsaures Kali	214	67	19,7	16,3	3,4	82,7	13,5	14
4	21 „ „	161	53	16,8	12,7	4,1	75,6	9,6	20
5	11 kohlensaures Kali	190	66	17,7	14,1	3,3	41,4	11,7	19
6	17 „ „	333	101	17,0	13,1	3,9	77,1	10,1	1
7	12 salpetersaures Kali	241	93	16,2	12,4	3,8	76,5	9,5	11
8	24 „ „	234	77	18,0	14,7	3,3	81,7	12,0	13
9	6 Chlorkalium + 8,6 salpeters. Natron	241	114	17,4	12,8	4,6	73,6	9,4	8
10	13 salpetersaures Natron	254	96	16,4	12,1	4,3	73,8	8,9	7
11	4,3 Kainit	241	94	17,2	13,3	3,9	77,3	10,3	10
12	11,4 „	296	100	17,0	12,9	4,1	75,9	9,8	3
13	20 „	193	86	16,4	12,0	4,4	73,2	8,8	18
14	7 Chlorkalium + 6 Chlornatrium	210	70	17,9	14,3	3,6	79,9	11,4	16
15	8,5 schwefels. Kali + 6 Chlornatrium	273	94	17,9	13,8	4,1	77,1	10,6	4
16	4 schwefels. Magnesia + 6 Chlornatrium	266	107	17,2	14,0	3,2	81,4	11,4	5
17	4 Chlormagnesium + 6 Chlornatrium	254	97	17,1	13,6	3,8	78,1	10,6	6
18	6 Chlornatrium	299	107	18,2	14,1	3,8	79,1	11,4	2
19	Ungedüngt	248	86	17,1	13,6	3,8	78,2	10,6	9
20	„	238	82	16,9	12,8	4,1	75,7	9,6	12

b. Versuche zu Chwalkowitz 1877.

Anbau 28. April — Ernte 8. October.

Nr.	Pro Ar: Düngung (Kilo)	Pro Ar: Ernte an Rüben (in Kilo)	Pro Ar: Ernte an Blättern (in Kilo)	Der Saft zeigt: Saccharometergrade	Der Saft zeigt: Procente an Zucker	Der Saft zeigt: Procente an Nicht-Zucker	Der Saft zeigt: Reinheit	Der Saft zeigt: Stammer's-Werth	Rang Nr.
1	Ungedüngt	222,40	93,20	15,6	14,38	1,22	92,30	13,27	11
2	″			14,4	13,41	0,99	93,80	12,50	
3	12 Chlorkalium	218,00	71,50	15,6	13,49	1,11	86,47	11,60	13
4	14 schwefelsaures Kali	218,25	65,40	14,6	13,24	1,36	90,68	12,00	12
5	11 kohlensaures Kali	199,50	65,50	16,2	14,24	1,96	87,79	12,50	14
6	36 Chlorkalium	226,60	97,65	14,7	12,78	1,92	87,00	11,10	10
7	42 schwefelsaures Kali	257,75	78,55	15,2	13,68	1,52	90,00	12,30	8
8	33 kohlensaures Kali	281,50	104,65	15,2	13,01	2,19	85,70	11,14	3
9	12,75 Kainit	183,95	82,05	15,9	14,15	1,75	88,90	12,57	16
10	6 Chlorkalium (und je 5 Kilo Chlornatrium)	194,90	88,75	15,2	12,80	2,40	84,20	10,60	15
11	7 schwefelsaures Kali (und je 5 Kilo Chlornatrium)	236,20	102,15	15,1	13,30	2,10	86,00	11,40	9
12	5 schwefelsaure Magnesia (und je 5 Kilo Chlornatrium)	264,40	103,10	14,7	13,20	1,50	90,00	11,90	5
13	3,5 Chlormagnesium (und je 5 Kilo Chlornatrium)	279,50	109,00	14,9	13,30	1,60	89,20	11,80	4
14	3,5 Chlormagnesium 4 kohlensaures Calcium (und je 5 Kilo Chlornatrium)	257,75	103,80	15,4	14,40	1,00	93,50	13,40	7
15	5 Chlornatrium (und je 5 Kilo Chlornatrium)	264,25	123,05	15,2	14,20	1,00	93,40	13,20	6
16	11,875 Chlorkalium 13,5 salpetersaures Natron	433,75	356,50	17,7	14,30	3,40	80,70	11,50	1
17	16,25 salpetersaures Kali	379,00	257,50	16,8	13,70	3,73	77,40	10,10	2

1878 mit Phosphorsäure und wenig Ammoniakstickstoff, 1879 zu Rüben mit 13 Kilo Stickstoff und 19 Kilo Phosphorsäure, 1880 zu Gerste mit 5 Kilo Stickstoff und 12 Kilo Phosphorsäure, 1881, dem Versuchsjahre, zu Rüben mit 12 Kilo Stickstoff und 24,5 Kilo Phosphorsäure, außerdem mit dem oben erwähnten Stallmist gedüngt worden.

Märcker führt noch an, daß das Versuchsfeld in Folge früherer, reichlicher Düngung mit Stallmist trotz häufigen Rüben- und Kartoffelbau's sich in sehr gutem Zustande befand und ein Mangel an Kali nicht angenommen werden konnte.

Die Resultate der Rübenernten sind:

Bezeichnung der Extradüngung	Ernte pro Morgen	Durchschnitt der 3 Saftuntersuchungen	
		Zucker %	Quotient
1. Kainit	197,8	13,31	82,67
2. Gyps	185,1	14,15	85,24
3. Kainit	196,2	14,14	84,61
4. Gyps	192,9	13,62	82,04

Durchschnitt der Streifen

1. und 3. Kainit	196,7	13,72	83,64
2. und 4. Gyps	189,0	13,88	83,64

Der Kainitmist hat somit 7,7 Ctr. Rüben pro Morgen mehr hervorgebracht, ohne daß dadurch die Qualität beeinträchtigt worden ist.

Auf der Herrschaft Nachod in Böhmen in demselben Jahre angestellte Versuche über die Wirksamkeit der Kalisalze auf Zuckerrüben ergaben, daß Kalisalze nur in trockenen Jahren die Erträge erhöhten, was dadurch erklärt wird, daß dieselben vielleicht die Bindung von Feuchtigkeit im Boden bewirken. (?)

Obgleich noch eine bedeutende Anzahl von Versuchen vorliegt, so glaube ich doch aus den bereits angeführten Gründen hiermit die Besprechung derselben schließen zu sollen.

Schlüsse aus den Versuchen.

Die bei den einzelnen Versuchen gewonnenen Resultate sind sehr verschieden: Erhöhung der Quantität und Qualität, Erhöhung der Quantität, aber Schädigung der Qualität, keine Erhöhung der Quantität, aber eine solche der Qualität, weder Erhöhung der Quantität noch Qualität, sondern Schädigung beider u. s. w.

Es erscheint deshalb sehr schwer, aus diesen Versuchs-Resultaten brauchbare Schlußfolgerungen für die Wirkung des Kali auf die Zuckerrüben zu ziehen.

Erwägt man aber, daß die Versuche Feldversuche und daß dieselben vielfach auf sehr kleinen Parcellen ausgeführt (1 Ar) sind, ferner daß volle gleiche Beschaffenheit der einzelnen Parcellen bei solchen Versuchen sehr selten erreichbar ist, so werden die Resultate betreffs der Quantität schon in einem anderen Lichte erscheinen.

Wird ferner bedacht, daß die verschiedensten Kalisalze Anwendung gefunden haben, daß dieselben theils im Herbste, theils im früheren Frühjahr, theils erst bei der Bestellung angewandt worden sind, so wird dieses sowohl, was Quantität und Qualität anbetrifft, ebenfalls manches erklären. Wird dann schließlich noch in's Auge gefaßt, daß vielfach die Kalisalze allein verwendet und daß diese doch nur dann ihre volle Wirkung ausüben können, wenn die übrigen Pflanzennährstoffe in genügender Menge und assimilirbarer Form vorhanden sind, so erklärt dies wohl weiter so manche Differenz in den erhaltenen Resultaten.

Nach meiner Ansicht läßt sich aus den gesammten besprochenen Versuchs-Resultaten als hinreichend sicher begründet Folgendes entnehmen:

1. alle an Chlor reichen Kalipräparate eignen sich für die Zuckerrüben nicht,
2. für diese Pflanze sind vor allem die schwefelsaure Kali-Magnesia und das schwefelsaure Kali zu empfehlen,
3. die Kalisalze sind dem Felde bereits im Herbste zu geben und einzupflügen,
4. die Kalisalze wirken auf die Rüben in hohem Grade conservirend, so daß Faulen und Rückgang im Zuckergehalt bei mit diesen gedüngten Rüben in weit geringerem Grade stattfinden als bei andern,
5. die Rübenmüdigkeit des Bodens kann bis zu gewissem Grade auf Mangel an Kali im Boden zurückgeführt und durch Zufuhr von Kali in Form der reinen Salze bis zu einem gewissen Grade gehoben werden.

§ 305.

c. Kartoffeln.

1. Versuche von Henze auf Weichnitz (Schlesien.)

Ein Stück Feld, 45 Morgen, wurde im Herbste 1868 mit 155 Ctr. Kuhdung pro Morgen gedüngt, der Dung untergepflügt, im zeitigen Frühjahr Furchen gezogen, über diese breitwürfig 1 Ctr. Kalisalz (rohes

schwefelsaures) gesäet, die Kartoffeln gelegt und die Furchen zusammen geruhrt. Von dem Stücke blieben 4 Parcellen à 1 Morgen zu Versuchsstücken liegen, von denen 1 Morgen kein Kalisalz, 1 Morgen 1 Ctr., 1 Morgen 2 Ctr. und 1 Morgen 3 Ctr. erhielt. Die Kartoffeln gingen gut auf und entwickelten sich kräftig; das Kraut der Kartoffeln, welche kein Kalisalz erhalten hatten, war bedeutend dunkler und 5—6" länger, als das der mit Kali gedüngten Kartoffeln. Zur Saat diente die rothe, sächsische Zwiebelkartoffel. Die Ernte ergab.

bei 1 Morgen ungedüngt 91 Schff. mit 20% Stärke
„ 1 „ gedüngt mit 2 Ctr. Kalisalz $94^1/_2$ Schff. mit $21^1/_2$% Stärke
„ 1 „ „ „ 3 Ctr. „ 102 „ „ $21^3/_5$ „ „

Das mit 1 Ctr. gedüngte Stück war stark bestohlen worden.

Im Durchschnitt wurden von den 45 Morgen 88 Schff. pro Morgen geerntet; diese gegen ungedüngt niedrigere Ernte erklärt sich daraus, daß von den 45 Morgen 21 ganz außer Dünger waren; die Versuchsstücke lagen auf dem besseren Theil.

2. Versuch von Dr. Karmrodt.

Auf Boden mittleren Schlages wurden pro Morgen geerntet:

Ohne Düngung im Durchschnitt . . 8500 ℔ Kartoffeln
Bei Anwendung von 300 ℔ Kalisalz 10170 „ „
durch die Kalidüngung also mehr: 1670 „ „

1670 ℔ Kartoffeln à Ctr. 2,00 Mk. . . . . — 33 Mk. 40 Pf.
300 „ Kalisalz ab Cöln pro Ctr. 2,80 Mk. — 8 „ 40 „
durch Kalidüngung mehr pro Morgen: 25 Mk.

3. Versuche von W. Merckens auf Krickelberg bei Wassenberg.

Merckens wandte bei seinen Versuchen auf 3 Parcellen verschiedener Lage und Bodenart 300 ℔ Kalidünger in Abtheilungen mit und ohne Stallmistzusatz an.

Nr. 1. Gleichmäßiger, fast schwerer Boden mit undurchlassendem Untergrund; der Kalidünger mit Erde vermischt in die Pflanzenfurche gestreut.

Nr. 2. Mittelboden; ein Theil des Kalidüngers, wie bei I in die Pflanzenfurche, ein Theil 14 Tage nach dem Pflanzen, vor dem Gleicheggen der Furchen ausgestreut.

Bei den beiden Parcellen diente die späte, weiße als Saatkartoffel.

Nr. 3. Mehr leichter Boden; Kalidüngung wie bei 2 angewendet.

Die Ernte ergab:

Nr. 1. Ertrag von den mit Stallmist und den mit Stallmist und Kalidünger versehenen Parcellen gleich, pro Morgen 9000 ℔.

Nr. 2. Mit Zusatz von Kalidünger pro Morgen 10,000 ℔
Ohne Zusatz „ „ „ „ 9,100 „
Mehrertrag durch 300 ℔ Kalidünger: 900 „

Nr. 3. a) Späte, weiße Kartoffel.
Mit Zusatz von Kalidünger pro Morgen 10,000 ℔
Ohne „ „ „ „ „ 9,000 „
Mehrertrag durch 300 ℔ Kalidünger: 1000 „

b) Rothe, rauhschalige Kartoffel.

Mit Kalizusatz pro Morgen . . .	9540 ℔
Ohne " " " . . .	8100 "
Mehrertrag durch 300 ℔ Kalidünger:	1440 ℔

4. Versuch in Waldau (Zuckerfabrik).

Ein Ackerstück wurde halbirt; die eine Hälfte mit schwefelsaurer Kali-Magnesia, die andere nicht gedüngt; die erste Hälfte lieferte 24 Schff. schöne Kartoffeln, von denen keine faulte, die andere 16 Schff. kleine, unansehnliche und leicht faulende Kartoffeln.

Die hier besprochenen Versuche der Wirkung der Kalidüngung bei Kartoffeln zeigen ebenfalls einen entschieden günstigen Einfluß derselben.

5. Versuch in Tharand von A. Stöckhardt.

Der zu dem Versuche verwendete Boden war ein leichter, humussandiger des Tharander Versuchgartens, welcher als ganz ausgetragenes Land angesehen werden konnte, da er seit einer Reihe von Jahren keine Düngung erhalten hatte. Die Parcellen waren 1 sächs. Quadrat-Ruthe groß. Das Legen der Kartoffel erfolgte im Anfang Mai und die Ernte anfangs October. Die verwendeten Kalisalze wurden fein gepulvert und mit dem gleichen Volumen Boden gemengt, in die Furchen gestreut. Stöckhardt wendete die verschiedenen Kalisalze an. Von den erhaltenen Resultaten, auf 1 sächs. Acker berechnet, seien hier die Folgenden erwähnt:

Düngung pro Acker:	Ertrag an Knollen:	Stärkegehalt der Knollen:	Ernte an Stärke: ℔
Schwefels. Kali 600 ℔	11150	21,6	2407
Chlorkalium 600 ℔	8850	20,6	1823
ungedüngt	4840	23,2	1122

Wir sehen hier quantitativ eine sehr günstige Wirkung der Kali-Düngung. Das schwefelsaure Kali hat indes das Chlorkalium wesentlich übertroffen, welches auch die stärkemehlärmsten Kartoffel erzeugt hat. Wie Stöckhardt bemerkt, ist dies die Bestätigung der durch 12jährige Versuche in Tharand festgestellten Thatsache, daß Chlorverbindungen (Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium) die Stärkebildung in den Knollen wesentlich beeinträchtigen.

Ist auch die Ernte an sich keine landwirthschaftlich gute zu nennen, so ist hier doch die so wesentliche Erhöhung derselben durch das schwefelsaure Kali interessant.

6. Versuch von Administrator Lehmann zu Wiednitz; referirt von Cordel.

Lehmann schreibt: „Nachdem in den Jahren 1864, 1865 und 1866 hierselbst mit bestem Erfolge Düngeproben mit der reinen schwefelsauren Kali-Magnesia und mit dem calcinirten Kainit auf Klee, Kartoffel und Wiesen gemacht waren, wurden in Folge der damit regelmäßig erzielten günstigen

Resultate diese immer allgemeiner gewürdigten Düngemittel im Frühjahr 1867 in großem Maaßstabe angewendet — umgekehrt als früher — nur kleine Parcellen behufs Vergleiches ohne Kali gelassen."

Die genau festgestellten Resultate sind:

Bodenbeschaffenheit	Morgenzahl	Schwefelsaure Kali-Magnesia Düngung pro Morgen Ctr.	Ernte pro Morgen, Berliner Scheffel	Stärkegehalt der Knollen %
Moorgründiger Boden mit Lehmbeimischung	45	$1^1/_2$	120	20,0
	5	—	99	16,0
Sandiger Lehmboden	56	$1^1/_2$	95	22,0
	6		86	19,5
Sandboden	12	1	70	24,5
	12	1 dem Dünger beigemischt	75	24,5
	6	—	67	23,5

Bei diesen Versuchen auf verschiedenen Böden sehen wir sowohl in quantitativer als in qualitativer Hinsicht eine günstige Wirkung der schwefelsauren Kali-Magnesia, am geringsten ist dieselbe auf dem trockenen Sandboden.

7. Versuche von J. Moser.

Die zu Atzgersdorf angestellten Versuche mit Pikromerit und Chlorkalium ergaben auf den 888 Quadrat-Fuß großen Parcellen die folgenden Ernten:

Düngung mit Pikromerit.	189 ℔	mit 19,04 % Stärke,	somit	35,99 Stärke
ungedüngt:	185 „	„ 17,33 „	„	32,06 „
Chlorkalium:	247 „	„ 17,08 „	„	42,11 „

Das Chlorkalium hat hier zwar eine Depression des Stärkemehlgehaltes, aber eine so bedeutende Erhöhung des Ertrages hervorgerufen, daß dadurch die geerntete Stärke ein bedeutendes Plus zeigt.

8. Versuche von Grouven.

Grouven hat 3 Jahre hindurch auf einer Anzahl Wirthschaften der Provinz Sachsen Versuche in verschiedener Richtung ausgeführt. Die für die Kalifrage wichtigen Versuchs-Resultate sind auf den folgenden Tabellen zusammengestellt. Bemerkt sei noch, daß die Versuchs-Parcellen $34^2/_5$ preußische Ruthen (5,24 = 1 preußischem Morgen) groß. Im Jahre 1868 haben sich bei diesen Versuchen 11, 1869 16 und 1871 7 Wirthschaften betheiligt. In den Tabellen sind die Mittel der erhaltenen Resultate aufgeführt.

1868

Düngung in Zollpfunden pro 33⅓ preußische Quadrat-Ruthen	Kosten der Düngung pro preuß. Morgen Mk.	Ernte pro 1 Hect. Ctr.	Mittlerer Stärkegehalt %
111,1 Kalisalz I mit 12½% Kali	12	314	19,4
49,4 Kalisalz III mit 27% Kali	12	320,4	20,3
Ungedüngt	—	307,5	22,9
31,7 aufgeschl. Guano + 111,1 Kalisalz I	36	372,8	20,5
31,7 aufgeschl. Guano + 74,1 Kalisalz II mit 17% Kali	36	360,3	20,6
31,7 aufgeschl. Guano + 49,4 Kalisalz III	36	361,7	21,0
31,7 aufgeschl. Guano + 88,8 präparirter Kainit, 16% Kali	36	364,6	20,7
Ungedüngt	—	300,2	22,6
17,8 Bakerguanosuperphosphat + 17,8 schwfl. Ammoniak + 49,4 Kalisalz III	36	352,7	20,2
55,5 Bakerguanosuperphosphat + 111,1 Kalisalz I	36	343,6	19,8
63,5 Navassasuperphosphat + 111,1 Kalisalz I	36	337,5	19,2
Ungedüngt	—	301,2	22,8
16,7 Ctr. halbvergohrener Rindviehmist (Ctr. 40 Pfennig)	36	330,0	22,8
11,1 Ctr. halbvergohrener Rindviehmist + 88,8 präparirter Kainit	36	324,6	20,7
11,1 Ctr. halbvergohrener Rindviehmist + 74,1 Kalisalz II	36	328,3	20,2

Die Kalisalze hatten die folgende Zusammensetzung:

	Kalisalz I	II	III
Schwefelsaures Kali	25	30	—
Chlorkalium	—	—	50
Schwefelsaure Magnesia	25	30	20
Kochsalz	40	30	20
Diverse	10	10	10

1869

Düngung der Parcelle von $34^{2}/_{5}$ preuß. Quadrat-Ruthen. Zollgewicht	Kosten der Düngung pro Morgen	Ernte pro 1 Hect. Ctr.	Mittlere Stärkegehalt %
40,5 ℔ Bakerguanosuperphosphat von 19%	18	318,7	23,7
+ 30 ℔ schwefels. Kali von 70%, chlorfrei	33	366,3	23,9
+ 30 ℔ reine schwefels. Kali-Magnesia mit 29% Kali	31,5	357,5	22,5
ungedüngt	—	299,0	22,6
+ 30 ℔ Chlorkalium von 90%	31,5	350,5	21,7
+ 30 ℔ reines Chlornatrium	21,0	331,4	21,5
+ 30 ℔ reine, entwässerte schwefelsaure Magnesia	27,0	318,9	22,3
+ 30 ℔ reines entwässertes Chlormagnesium	27,0	329,8	21,4
Ungedüngt	—	302,7	22,6
26 ℔ Bakerguanosuperphosphat + 19,5 ℔ Kalisalpeter von 95%	36	367,8	22,8
Ungedüngt	—	298,9	22,6
23,0 Ctr. halbvergohrener Rindviehmist zu 30 Pfennig pro Ctr.	36	360,8	23,1
+ 17,2 ℔ schwefelsaures Kali von 70%	45	361,8	22,3
49,3 ℔ aufgeschl. Peruguano + 17,2 ℔ schwefels. Kali	45	382,5	22,3
+ 28,7 ℔ schwefelsaure Magnesia	45	351,1	22,8

1871

Düngung pro $34^{2}/_{5}$ preuß. Quadrat-Ruthen	Kosten Mk.	Ernte pro Hectar Ctr.
138 ℔ Phosphoritmehl + 69 ℔ präp. Kainit, Herbstdüngung	27	235,4
138 „ „ + 69 „ „ Frühjahrsdüngung	27	237,3
40 „ Bakerguanosuperphosphat + 69 ℔ präp. Kainit Herbstdüngung	27	264,4
53 „ chem. phosphors. Kalk + 69 ℔ präp. Kainit Herbstdüngung	27	246,3
Ungedüngt	—	225,6
44 ℔ chem. phosphors. Kalk + 18 ℔ schwefels. Kali, Herbstdüngung	27	250,1
35 ℔ aufgeschl. Guano, Frühjahrsdüngung	27	282,3
19 „ aufgeschl. Guano, + 9 ℔ Kalisalpeter Frühjahrsdüngung	27	263,8
Ungedüngt	—	230,0
23 ℔ aufgeschl. Guano, + 14 ℔ schwefels. Kali Frühjahrsdüngung	27	267,3
23 „ aufgeschl. Guano, + 69 ℔ präp. Kainit Frühjahrsdüngung	27	255,2
23 „ aufgeschl. Guano, + 69 ℔ präp. Kainit, Herbstdüngung	27	254,3

Am interessantesten von diesen Versuchen sind die von 1869, bei denen Superphosphat und die reinen Kali-, Natron- und Magnesiasalze, wie dieselben in den Fabriken enthalten sind, Anwendung gefunden haben. Es geht aus diesen Versuchen wiederum hervor, daß die Chlorverbindungen eine Depression auf den Stärkegehalt der Kartoffel ausgeübt und daß die schwefelsauren Kalisalze außer in qualitativer auch in quantitativer Hinsicht günstig gewirkt haben. Die Resultate des Jahres 1868 zeigen im Großen und Ganzen ebenfalls, daß die chlorreichen Fabrikate auf den Stärkemehl-Gehalt weniger günstig wirken, als die chlorärmeren. 1871 hat das schwefelsaure Kali auch die günstige Wirkung in quantitativer Beziehung hervorgebracht. Ob die Kalisalze im Frühjahr oder schon im Herbst angewendet werden sollen, dafür bieten die erhaltenen Resultate keinen entscheidenden Anhalt; es scheint sogar die Frühjahrsdüngung günstiger als die Herbstdüngung gewirkt zu haben. Stärkemehlbestimmungen fehlen hier leider.

9. Versuche von E. Heiden in Pommritz 1869.

Das zu dem Versuche benutzte Feld hat 1863 Kartoffeln in Stallmist, 1864 Gerste, zu der mit Kalk gedüngt war, 1865 und 1866 Rothklee, 1867 Winterweizen und 1868 Winterroggen getragen. 1867 hatte das Feld pro Acker 6 und 1868 4 Ctr. Knochenmehl erhalten. Nachdem das Feld während des Winters 1868/69 in rauher Furche gelegen hatte, wurden die Dämme gefahren, die betreffenden Düngemittel mit Erde gemischt, in die Furchen gestreut und die Kartoffel darauf gelegt. Die Kartoffel wurden am 7. und 8. Mai gelegt und am 14. October eingeerntet. Größe der Versuchs-Parcelle 40 sächs. Quadrat-Ruthen.

Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Tabelle:

Düngung	Stärke der Düngung ℔	Aussaat pro Acker ℔	Ernte pro Acker ℔	Stärkegehalt %
Holzasche	1000	2932	17730	19,80
Schwefels. Kali	200	2835	19566	19,84
Stallmist	37702	2417	19942	19,82
Stallmist }	36232			
und schwefels. Kali }	100	2909	20760	20,23
Knochenmehl	600	2902	18052	20,09
Knochenmehl }	300			
Schwefels. Kali }	150	2715	18296	20,53
Peruguano	400	2917	18255	20,01
Peruguano }	150			
Schwefels. Kali }	150	2835	19867	19,85
Ungedüngt (Mittel aus 4 Parc.)	—	2777	14954	20,28

Bei diesen Versuchen hat das reine schwefelsaure Kali überall eine Erhöhung der Ernte erzielt; in qualitativer Beziehung sehen wir geringe Depression und auch geringe Vermehrung des Stärkemehlgehaltes und zwar zeigt sich dort geringe Erhöhung der Stärke, wo das schwefelsaure Kali mit Knochenmehl, Stallmist, resp. Peruguano verwendet worden ist. Erwähnt mag ferner noch werden, daß die Knollen der der schwefelsauren Kali-Parcelle am nächsten befindlichen ungedüngten Parcelle 19,79 % Stärke hatten.

Die verwendeten Düngemittel hatten die folgende Zusammensetzung:

	Stallmist	Peruguano	Knochenmehl	Holzasche	Schwefels. Kali
Stickstoff: . .	0,69	15,37	4,82	—	—
Phosphorsäure:	0,43	14,09	20,93	1,85	—
Kali:	0,80	?	—	3,95	51,30

10. Einfluß der Zeit der Kalidüngung auf Quantität und Qualität der Kartoffelernte von E. Wildt.

Die Versuche wurden auf einem Lehmboden in Kruschewnia (Prov. Posen) angestellt. Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Tabelle:

Düngung	Kartoffeln-Ertrag Ctr.	Stärke %	Stärke-ertrag Ctr.
Ungedüngt	78,12	22,10	17,26
Ammoniak-Superphosphat	82,30	21,35	17,56
" " + schwefels. Kali . .	99,20	20,25	20,09
" " + Kainit im Herbst	102,00	20,10	20,90
" " + Kainit im zeit. Frühjahr	98,40	19,08	18,80
" " + Kainit 4 Wochen vor der Aussaat . . .	98,00	18,48	18,10
" " + Kainit kurz vor der Aussaat	100,80	17,40	17,50

Die Quantität der Ernte wurde hiernach durch die Kalidüngung erhöht, diese war aber von der Zeit der Anwendung in gewissem Grade nicht abhängig; die Herbstdüngung mit Kainit wirkte günstiger als die Frühjahrsdüngung. Die Qualität der Kartoffeln wurde durch die spätere Düngung wesentlich verschlechtert, was sicherlich den Chlorverbindungen des Kainits zuzuschreiben ist.

11. Ueber den Einfluß früher oder später Düngung mit Kainit auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffel von A. Salfeld und A. König.

Das Versuchsfeld bestand in einem nach der Veenmethode hergestellten Hochmooracker in älterer Kultur. Das Versuchsfeld hatte 4 Parc.; von

denen Nr. 1 kein Kali, Nr. 2 Kainit im September, Nr. 3 Kainit im December und Nr. 4 Kainit unmitttelbar vor dem Legen der Kartoffel erhielt. Außerdem waren allen 4 Parcellen gleiche Mengen gefällten phosphorsauren Kalkes und Chilisalpeters gegeben worden.

Die Wirkung des Kainits auf den Ertrag trat in auffallendster Weise hervor, in dem die mit Kainit gedüngten Parcellen im Durchschnitt einen 3mal höheren Ertrag gaben als die ohne Kainitdüngung gebliebenen. Der Ertrag der Kainitparcellen unter einander war annähernd gleich, dagegen war der Geschmack der auf den letzten Parcellen geernteten Kartoffel wesentlich besser, je früher der Kainit aufgebracht war. Der Stärkemehlertrag verhält sich

bei Kainitzufuhr im	September,	December,	vor der Aussaat
wie	100 :	67 :	64

Ich schließe hiermit die Besprechung der Düngungs-Versuche, obgleich noch eine große Anzahl vorliegen.

Die Resultate der besprochenen Versuche ergeben:

1. daß die Kalidüngung die Erträge der Kartoffel sowohl quantitativ als qualitativ zu erhöhen vermag,

2. daß sich auch für die Kartoffel die schwefelsaure Verbindung des Kali's, also die schwefelsaure Kali-Magnesia und das schwefelsaure Kali am meisten eignen,

3. daß die Düngung zu den Kartoffeln am besten bereits im Herbste erfolgt, was durchaus, vor allem für die Qualität nothwendig ist, wenn Kainit verwendet wird. Das betreffende Kalisalz ist einzupflügen.

§ 305.

d Futterrüben.

1. Versuche mit Wurzelfrüchten, referirt von Aug. Völcker.

Die zu dem Versuche verwendeten Parcellen hatten die Größe von 1/20 Acre; als Kalisalz diente die rohe schwefelsaure Kali-Magnesia mit einem Gehalte von 24% schwefelsaurem Kali; der Boden ist leichter Sandboden. Die Versuche sind auf 3 Farmen mit folgenden Resultaten ausgeführt:

	Woodhorn 1864				Burcott Lodge 1865		Heufield 1865	
Düngung pro Acre.	Schwed. Rüben				Schwed. Rüben		Runkeln	
Ertrag pro Acre in Tons und Centnern:	Wurzeln		Kraut		Wurzeln		Wurzeln	
	Tons	Ctr.	Tons	Ctr.	Tons	Ctr.	Tons	Ctr.
1. Ungedüngt	17	18	2	1	10	0	14	5
2. 4 Ctr. Kalisalz . .	22	3	2	6	11	5	16	0
3. 4 Ctr. Kalisalz + 4 Ctr. Superphosphat	22	3	2	11	14	0	32	0
4. 4 Ctr. Superphosphat	23	2	2	1	11	10	26	0

Bei dem Versuche in Woodhorn hat das Kalisalz eine ersichtliche Wirkung hervorgerufen, der durch Superphosphat nicht wesentlich erhöht ist. Superphosphat allein ergab eine etwas größere Ernte, als Kalisalz allein. Bei Burcott Lodge hat das Kalisalz gegen ungedüngt die Ernte pro Acre um 25 Ctr. vermehrt; bei der Parcelle 3 muß die so günstige Wirkung den beiden Düngemitteln zugeschrieben werden.

Die Versuche in Heufield ergaben ein sehr günstiges Resultat für die Wirkung der rohen schwefelsauren Kali-Magnesia.

2. Versuche zu Tubney-Warren, 1866, referirt von demselben.

Die Versuche wurden auf einem sandigen Boden ausgeführt, welcher 1862 nach Klee Weizen, 1863 schwedische Rüben (Mistdüngung und Superphosphat), 1864 Gerste und 1865 Erbsen ohne Dünger getragen hatte. Die Versuchs-Parcellen waren 1/20 Acre groß. Die erhaltenen Resultate waren die folgenden:

Art und Quantität der Düngung pro Acre:	Ernte pro Acre: Tons	Ctr.	℔
1. 3 Ctr. Superphosphat	8	3	64
2. 3 Ctr. Superphosphat und 3 Ctr. Kalisalz	9	17	96
3. Ungedüngt	3	0	80
4. 3 Ctr. Kalisalz	3	14	12
5. 3 Ctr. Superphosphat	3	19	12

Das Versuchsfeld muß sehr verschiedenen Fruchtbarkeitszustandes gewesen sein, da 3 Ctr. Superphosphat bei 1 4 Tons 9 Ctr. 52 ℔ mehr als bei 5 producirt haben, das ist weit mehr als das Doppelte. Es kann daher hier auch die Wirkung der Kalidüngung nicht sicher festgestellt werden. Daß eine Wirkung stattgefunden, lassen die Ernte-Resultate wohl erkennen.

2te Versuchsreihe zu Tubney-Warren.

Das Versuchsfeld hatte 1865 Weizen, gedüngt, getragen und war im Herbste desselben Jahres mit Futterroggen bestellt worden, der im Frühjahr 1866 mit Schafen abgejätet wurde. Dann war das Land umgebrochen und gleichmäßig mit 3 Ctr. Superphosphat pro Acre gedüngt worden. Die Resultate sind die folgenden:

Düngung	Ernte pro Acre an Wurzeln Tons	Ctr.	℔
1. 3 Ctr. rohes Kalisalz	12	16	28
2. Ungedüngt	11	19	32
3. 3 Ctr. rohes Kalisalz	12	10	20
4. Ungedüngt	12	10	20
5. 3 Ctr. Kochsalz	13	17	76

Bei diesen Versuchen, wenn vor allem die Wirkung des Kochsalzes in Betracht gezogen wird, hat eine Wirkung des rohen Kalisalzes nicht stattgefunden.

3. Versuche von C. Freytag 1867.

Das Feld hatte das Jahr vorher Weizen getragen. Für die Runkelrüben wurden die Düngemittel auf den 1/4 Morgen großen Versuchs-Parcellen im März ausgestreut und 10″ tief untergepflügt.

Die Resultate zeigt die folgende Tabelle:

Düngung	Ernte an	
	Rüben ℔	Blättern ℔
1. Ungedüngt	3115	1920
2. 128 ℔ Kalidünger	5210	2641
3. 88½ ℔ Chlorkalium	6450	1286
4. 66½ ℔ schwefelsaures Kali	5720	2251
5. 106 ℔ Superphosphat	8910	2446
6. 64 ℔ Superphosphat + 64 ℔ conc. Kalidünger	10490	2845

Diese Versuchs-Resultate lassen die Wirkung der Kalidüngung sehr schön hervortreten.

4. Versuche von P. Lehmann.

Die Versuche wurden auf einem schweren Thonschieferboden in doppelter Weise ausgeführt. Zu der ersten Reihe diente ein ausgetragener Boden und zur 2ten ein solcher, der bei aller Bindigkeit der Ackerkrume einen durchlassenden Untergrund besaß und der außer den Düngemitteln noch frischen Stallmist erhalten hatte und in alter Kraft war.

Düngung	Reihe I	Reihe II
	Ertrag an Rüben ℔	℔
1. Ungedüngt	12888	14700
2. 6 Ctr. schwefelsaures Kali	14820	18330
3. 6 Ctr. Chlorkalium	15786	24960
4. 6 Ctr. schwefels. Kali + 6 Ctr. Superphosphat	18570	15270
5. 6 Ctr. Chlorkalium + 6 Ctr. Superphosphat	18444	22560

Die günstige Wirkung der Kalidüngung zeigen beide Versuchsreihen sehr schön und zugleich, daß das Chlorkalium von günstigerer Wirkung als das schwefelsaure Kali war. Auffallend ist in der 2ten Versuchsreihe die verringerte Wirkung des schwefelsauren Kali durch die gleichmäßige Gabe von Superphosphat, die weit weniger bei Chlorkalium (5) hervortritt. Es ist schade, daß hier nicht eine Parcelle nur mit Superphosphat gedüngt worden ist.

5. Versuch zu Weende, referirt von Busse.

Der Boden des Versuchsfeldes war ein wenig kalkreicher, lehmiger, tiefgründiger Boden von durchaus gleichmäßiger Beschaffenheit. Vorfrucht Weizen, gedüngt mit Guano. Die 20 Quadrat-Ruthen großen Versuchs-Parcellen wurden am 17. Mai gedüngt und bestellt. Die Witterung war bis Mitte August günstig, von da an große Trockenheit, welche das Wachsthum störte und die vollkommene Ausbildung der Rüben verhinderte. Nachtfröste am 24. und 25. September hoben das Wachsthum der Rüben gänzlich auf. Auf der folgenden Tabelle sind die erhaltenen Resultate zusammengestellt:

Nr.		Düngung pro Morgen in ℔	Ertrag pro Morgen	
			Rüben Ctr.	Blätter Ctr.
1	Superphosphat	193,6 + 96,8 Guano	222,4	48,7
2		232,6 + 78,6 Chilisalpeter	231,6	53,2
3		193,6 + 96,8 Guano + 300 ℔ rohes schwefelsaures Kali	222,4	58,7
4		232,6 + 78,6 Chilisalpeter + 300 ℔ rohes schwefelsaures Kali	209,2	54,0
5		193,6 + 96,8 Guano + 300 ℔ 3fach concentrirtes Kalisalz	223,4	55,4
6		232,6 + 78,6 Chilisalpeter + 300 ℔ 3fach concentrirtes Kalisalz	220,4	52,3
3a		164,5 + 82,3 Guano + 300 ℔ rohes schwefelsaures Kali	224,3	55,3
4a		87,1 + 43,6 Guano + 300 ℔ 3fach concentrirtes Kalisalz	216,4	50,3
5a		197,7 + 66,8 Chilisalpeter + 300 ℔ rohes schwefelsaures Kali	220,9	55,1
6a		104,7 + 35,4 Chilisalpeter + 300 ℔ 3fach concentrirtes Kalisalz	204,8	40,5
11		Ungedüngt	198,1	40,4

Die Ernte-Resultate ergeben, daß die Zusätze von rohem, schwefelsaurem Kali und 3fach concentrirtem Kalisalze zu den Stickstoff- und Phosphorsäure-Düngern eine nennenswerthe Steigerung im Rübenertrage nirgends bewirkt haben; in den meisten Fällen hat sich vielmehr ein negatives Resultat ergeben; in Betreff des Blätterertrages verhält es sich meistens umgekehrt. Die ungünstige Witterung hat sicherlich ihren Antheil an dem ungünstigen Resultate. Die Hauptursache der Nichtwirkung der Kalisalze auf die Rübenerträge und auf die Steigerung der Blättererträge ist wohl in der späteren Zufuhr derselben — 17. Mai — zum Boden zu suchen.

6. Versuch von W. Engling 1878.

Das Versuchsstück liegt unmittelbar am Fuße eines 6700′ hohen Halbdolomitberges, ist ausgesprochen kaliarm und seit Jahren außer einer Ueberstreuung mit Torfasche frei von jeder Düngung geblieben. Der durch den Zerfall der Kalkalpengesteine entstandene Boden ist kalkreich und nicht phosphorsäurearm. Die Analyse ergab 58,26 kohlensauren Kalk, 7,74 % kohlensaure Magnesia, 0,07 Phosphorsäure, 0,03 % Alkalien, 4,87 organische Substanz, 23,15 Unlösliches, 0,03 % Schwefelsäure und 5,13 % Eisenoxyd und Thonerde. Die Versuchsparcellen waren je 4 Quadratmeter groß; angebaut wurde die große, gelbe, flaschenförmige Futterrunkelvarietät. Die erhaltenen Resultate sind die folgenden:

	Ernte Wurzel Grm.	Ernte Blätter Grm.	Ernte pro Hectar Kilo	Trockensubstanz der Wurzel %	Ertrag an Trockensubstanz pro Hectar Kilo
Außer 25 Grm. Stickstoff und 25 Grm. Phosphorsäure 50 Grm. Kali in					
1. Form v. schwefels. Kali	3045	2535	7612,5	19,3	1469,2
2. von Chlorkalium . .	4410	3030	11025,0	16,6	1830,2
3. von kohlens. Kali nebst 200 Grm. Torfstreu	3425	2335	8562,5	18,8	1609,8
4. von salpeters. Kali .	3260	3040	8150,0	18,2	1483,3
5. Ungedüngt	1370	1170	3425,0	12,1	414,4

Bei diesem Versuche ist die Wirkung der Kalidüngung im Verein mit Stickstoff und Phosphorsäure eine vorzügliche zu nennen. Interessant ist hier auch wieder, daß das Chlorkalium

die Ernte wesentlich mehr als das schwefelsaure Kali gesteigert hat; wenn auch die Qualität der Rüben durch letzteres Salz eine weit bessere als durch ersteres geworden, so ist doch nicht nur die Masse der Ernte bei 2 unweit größer als bei 1, sondern auch die Trockensubstanz.

Diese Versuchs-Resultate, welche ebenfalls noch hätten vermehrt werden können, lassen wohl mit Sicherheit so viel erkennen, daß **für die Futterrüben bei kaliärmeren Böden von einer Kalidüngung günstige Wirkungen zu erwarten sind.** Weiter zeigen die Versuche, daß durch Chlorkalium die Quantität der Ernte mehr vermehrt wird, als durch das schwefelsaure Kali. Wie Versuch 6 ergiebt, wirkt das schwefelsaure Kali qualitativ wesentlich günstiger, als das Chlorkalium. Da es bei den Futterrüben aber in erster Reihe auf die Production der Masse ankommt und bei Versuch 6 trotz geringerem Trockensubstanzgehalte durch das Chlorkalium doch auch mehr Trockensubstanz erzeugt ist, so scheint es, als wenn für diese Pflanzen die Chlorverbindungen des Kali geeigneter als die schwefelsauren sind. Hierunter sind aber nicht die unreinen, sondern die reineren Salze zu verstehen. Eine frühe Zufuhr der Kalisalze wird aber auch hier zu empfehlen sein, vor allem dann, wenn die roheren Salze Verwendung finden sollen.

Weitere Versuche sind zur definitiveren Klärung der Frage durchaus noch nothwendig.

§. 306

e. Düngungs-Versuche mit Cerealien.

1. Versuche mit rohem Leopoldshaller Kainit von F. Nobbe 1868.

Die Versuche wurden zu Altchemnitz auf einem stark angegriffenen Felde, das aus Thonschiefer entstanden, ausgeführt; Pflugtiefe 6—7", Vorfrucht: Winterkorn mit Stalldünger; die Versuchs-Parcellen waren 40 sächsische Quadrat-Ruthen groß.

Der Kainit wurde theils für sich allein, theils in Verbindung mit Kalk verwendet; Frucht: Hafer.

Die Resultate sind die folgenden:

		Körner	Stroh u. Spreu	Gesammt-ernte
1.	Ungedüngt	390	870	1260
2.	31 Scheffel Kalk	780	1520	2300
3.	31 " " + 3,5 Ctr. Kainit	860	1910	2770
4.	28 " "	830	1580	2410
5.	28 " " + 2,7 Ctr. Kainit	990	1940	2930
6.	7 Ctr Kainit	630	1290	1920

Bei diesem Versuche hat sowohl der Kalk als der Kainit günstig gewirkt, merkwürdigerweise hat die schwächere Düngung sowohl beim Kalk allein als bei Kalk und Kainit die beste Wirkung hervorgebracht.

Außer Kainit hat Nobbe ferner noch Chlorkalium, schwefelsaures Kali und schwefelsaure Magnesia verwendet, wodurch in Betreff der Körner folgende Resultate erzielt wurden:

5,5 Ctr.	Chlorkalium	610
5,5 „	schwefelsaures Kali . .	630
5,5 „	schwefelsaure Magnesia	670
Ungedüngt		390

Da Kainit und Kalk, sowie schwefelsaure Magnesia größere Ernten hervorgebracht haben, als Kainit allein und Kali in Verbindung mit Chlor und Schwefelsäure, so folgt wohl hieraus, daß neben der Kali-Wirkung der Boden für Umsetzungen, bewirkt durch diese Stoffe sehr geeignet war und hierdurch aufnehmbare Pflanzennährstoffe geschaffen wurden, welche die Ernten zu erhöhen vermochten.

2. Versuch zu Weende: Referent B. Schultz.

Der Boden des Versuchsfeldes ist ein an sich magerer, aber durch vorhergehende langjährige Gartencultur angereicherter, lehmiger Kalkboden, auf Süßwasserkalk liegend; die lehmige Beschaffenheit wird in der Hauptsache nicht durch Beimischung von Thon, sondern von sehr fein vertheiltem Sand bedingt. Das Versuchsstück hatte 1857 Kartoffel ohne Düngung getragen, war im Frühjahr 1858 zweimal zuerst auf 15, dann auf 18 Zoll mit dem Spaten rajolt worden. Es trug dann ebenfalls ohne Düngung 1858 Gerste, 1858/59 Roggen, 1859/60 Weizen, 1861 Hafer, 1861/62 Roggen, 1863 Runkelrüben und 1864 Kartoffel. Trotz dieser angreifenden Behandlung war die alte Bodenkraft noch nicht erschöpft, wie dies die im Jahre 1864 gewonnene reiche Kartoffelernte zeigte. Dies Feld, dessen Ackerkrume von Osten nach Westen (Versuchs-Parcelle VIIIa bis Ia) zunimmt, hat 4 Jahre hindurch nach einander Hafer getragen, dessen Resultate in der Gesammternte der 4 Jahre die folgende Tabelle zeigt. Bemerkt sei noch, daß nach dem vorher Gesagten VIIIa, die ungedüngte Parcelle, die ungünstigste und Ia die günstigste Bodenbeschaffenheit hatte.

Größe der Parcellen $^1/_{120}$ Morgen. Tabelle pag. 666.

Düngung	Korn ℔	Stroh und Kaff ℔	Gesammternte ℔
Ia Superphosphat, Kalisalz, Chilisalpeter (halb) und Salmiak (halb)	41,1	101,3	142,4
IIa Superphosphat, Kalisalz	35,2	82,6	117,9
IIIa Superphosphat, Chilisalpeter, Salmiak . .	36,0	84,9	120,9
IVa Superphosphat	32,2	78,5	110,7
Va Kalisalz, Chilisalpeter, (Salmiak)	38,1	95,3	133,4
VIa Kalisalz	32,9	75,6	108,5
VIIa Chilisalpeter (Salmiak)	33,7	85,0	118,7
VIIIa Ohne Dünger	30,0	72,8	102,8

Als Kalisalz wurde das fünffach concentrirte verwendet; die Düngungsstärke der einzelnen verwendeten Düngemittel betrug pro Morgen 100 ℔, somit wurden pro Parcelle von jedem 0,85 ℔ gebraucht.

Auf dem daneben liegenden Theile des obigen Versuchsfeldes, das ebenso wie jenes behandelt war und das in den Jahren 1861—1868 Kartoffel, Hafer, Klee, Hafer getragen hatte, stellte sich die Summe der Hafterernte in den Jahren 1866 und 1868, wie folgt:

Ackerkrume hier von I gegen VIII hin an Tiefe zunehmend:

Düngung	Körner ℔	Stroh und Kaff	Gesammternte
I. Superphosphat, Kalisalz, Chilisalp. (Salmiak)	20,8	60,8	81,6
II. Superphosphat, Kalisalz	21,3	58,9	80,2
III. Superphosphat, Chilisalpeter (Salmiak)	21,0	61,0	82,0
IV. Superphosphat	19,2	58,5	77,7
V. Kalisalz, Chilisalpeter (Salmiak) . . .	23,5	68,7	92,2
VI. Kalisalz	21,7	61,8	83,5
VII. Chilisalpeter (Salmiak)	20,2	60,1	80,3
VIII. Ohne Dünger	21,9	59,6	81,5

Sowohl bei den Versuchen mit permanentem Haferbau, als bei denen mit dem Fruchtwechsel ist die günstige Wirkung des Kalisalzes unverkennbar. Die Bedeutung der Tiefe der Ackerkrume zeigt sich in beiden Versuchsreihen sehr deutlich.

3. Versuch auf Moorboden von Sterneborg 1873.

Das Versuchsfeld war ein durch die Entwässerungsanlagen der Bockel-Masthölter Entwässerungs-Societät trocken gelegter Moorboden,

welcher durch Rajolen mit der Sandunterlage gemischt war. Die Parcellen waren 21 Quadrat-Ruthen groß; der Dünger wurde am 19. Mai eingeeggt. Da die Fläche in Weide gelegt werden sollte, wurde unter dem Hafer ein Gemisch von Gras und Klee gesäet. Als Kalisalz wurde das 80% schwefelsaure Kali verwendet.

Die Ernte-Resultate sind die Folgenden:

	Hafer Körner	Hafer Stroh	Gesammt-ernte
	℔	℔	℔
1. Ungedüngt	40	73	113,0
2. 10 ℔ schwefels. Kali . .	23,5	52,5	76,0
3. 10 „ „ „ und 18 ℔ Superphosphat .	110,0	234,0	344,0
4. 18 ℔ Superphosphat .	94,0	185,0	279,0
5. Ungedüngt	33,0	70,0	103,0

Hat auch hier das schwefelsaure Kali allein eine Depression der Ernte bewirkt, so ist doch die günstige Wirkung dieses Salzes im Verein mit Superphosphat unzweifelhaft, wie dies die Parcellen 3 und 4 zur Genüge documentiren.

4. Versuch auf der Domaine Werningerode von E. Ebermann, 1876.

Die Parcellen waren 1/4 ha. groß, hatten als Vorfrucht Zuckerrüben getragen, besaßen dieselbe Bodenbeschaffenheit und waren ganz gleichmäßig bestellt und bearbeitet worden.

Die Ernte-Resultate betreffs der Körner waren:

Parc.	Düngung	Ernte an Körner Ctr.
I	3 Ctr. rohes schwefelsaures Kali	12,00
II	2 Ctr. präparirter Kainit . .	11,50
III	5 Ctr. Nadelholzasche	13,00
IV.	Ungedüngt.	11,00

Eine Ertragssteigerung ist bei allen 3 gedüngten Parcellen zu constatiren, am höchsten ist dieselbe bei der Holzasche, durch welche ja außerdem noch Phosphorsäure gegeben war.

5. Die Anwendung des Kainits auf den Moorculturen, welche nach der Methode des Herrn Rimpau-Cunrau eingerichtet sind.

Märcker berichtet über diese Versuche, daß wenn er auch nicht in der Lage sei, bestimmte Zahlen anzugeben, nach den Angaben des Herrn Rimpau ohne eine gleichzeitige Anwendung

von Kainit, welche selbstverständlich mit derjenigen von phosphorsäurehaltigen Düngemittel verbunden sein muß, nennenswerthe Erträge auf den Moordammculturen überhaupt nicht erzielt werden können.

6. Versuche von A. Dettweiler in Wietersheim, referirt von P. Wagner.

Zum Versuche diente leichter Lehmboden, welcher im Sommer 1872 Kartoffel getragen hatte, dann mit 200 Ctr. Stallmist und 13 kg. löslicher Phosphorsäure pro Morgen zu Roggen gedüngt war und zu Weizen $2^1/_2$ Kilo Stickstoff und 13 kg. löslicher Phosphorsäure pro Morgen erhalten hatte. Im Sommer 1875 folgte hierauf Gerste, welche zu dem auf der folgenden Tabelle angegebenen Düngungsversuche diente.

Das Versuchsstück von gleichmäßiger Bodenbeschaffenheit, welches $1^1/_2$ Hectar groß war, wurde in 6 Parcellen getheilt, so daß jede derselben $^1/_4$ Hectar groß war.

Düngung	Gehalt der Düngung an			Ertrag pro Hectar	
	Phosphorsäure kg.	Kali kg.	Stickstoff kg.	Körner kg.	Stroh kg.
1. Phosphorsäure	12,5	—	—	2238	3042
2. Phosphorsäure + schwefels. Kali	12,5	13,76	—	2448	3392
3. Phosphorsäure + Chlorkalium	12,5	13,76	—	2590	3810
4. Phosphorsäure + Stickstoff	12,5	—	2,5	2866	3954
5. Phosphorsäure + Stickstoff + schwefels. Kali	12,5	13,76	2,5	2938	3622
6. Phosphorsäure + Stickstoff + Chlorkalium	12,5	13,76	2,5	3392	3708

Die günstige Wirkung der Kalisalze ist hier zweifellos. Der Versuch ergiebt zugleich das interessante Resultat, daß das Kali in Verbindung mit Chlor günstiger, sowohl auf die Körnerbildung, als auf die Strohbildung gewirkt hat, als in der mit Schwefelsäure.

7. Versuche zu Winterroggen, referirt von Brettschneider.

Bei diesen Versuchen, welche auf einigen Gütern Schlesiens ausgeführt worden sind, wurden die Salze als Ueberdüngung gegeben. Die Versuche sollten zeigen, welche Bestandtheile des Abraumsalzes wirksam seien.

Verwendet wurden pro Morgen:
100 ℔ Abraumsalz (mit 8,8 % Kali
14,3 ℔ Chlorkalium (fast ganz rein).
64,25 ℔ Chlormagnesium (fast ganz rein).
29,25 „ Viehsalz (Kochsalz)

Diese Salze wurden, mit Sand gemischt, im frühen Frühjahr ausgestreut.

Die Ernte, pro Morgen berechnet, ergab:

Düngung	Eisdorf			Neudorf		
	Körner ℔	Stroh und Spreu ℔	Gesammt-ernte ℔	Körner ℔	Stroh und Spreu ℔	Gesammt-ernte ℔
1. Ungedüngt . . .	1044	3018	4062	597	1259	1856
2. Ungedüngt . . .	962	2860	3822	610	1310	1920
3. Kochsalz . . .	1033	2725	3758	695	1413	2108
4. Kochsalz . . .	1072	2637	3709	717	1452	2169
5. Chlormagnesium.	1044	2746	3790	642	1452	2094
6. Chlormagnesium.	1020	2878	3898	675	1293	1968
7. Chlorkalium . .	1031	2831	3862	662	1451	2113
8. Chlorkalium . .	1041	3262	4303	698	1507	2205
9. Abraumsalz . .	1079	2850	3929	729	1409	2138
10. Abraumsalz .	1179	3205	4384	759	1481	2240

Zu den Versuchen in Eisdorf wird bemerkt, daß Nr. 1 und Nr. 10 gegenüber den andern Parcellen hinsichtlich der Stallmistdüngung im Vortheil gewesen sind und deshalb nicht vergleichbar erscheinen.

Sieht man hiernach bei Eisdorf von Nr. 1 ab, so haben alle Salze, sowohl in Eisdorf als Neudorf auf die quantitative Körner-Ernte günstig gewirkt. Zieht man das Mittel aus den Resultaten, so nimmt bei beiden Versuchen das Chlorkalium in Betreff der Wirkung auf die Körner die 3te Stelle und in Betreff der Wirkung auf das Stroh die 1te Stelle ein.

Schultz-Lupitz theilte Märcker über die Wirkung der Kalisalze auf leichtem Sandboden Folgendes mit:

„Gerade auf Roggen ist die Wirkung der Kalisalze vorzüglich, immer jedoch nur, wenn Phosphorsäure daneben verwandt wird und die Vorfrucht ein Stickstoffsammler (Klee, Luzerne 2c.) war."

„Wo nach Lupinen, auch nach untergepflügten starken Lupinen kein Erfolg durch die Kalisalze erreicht wurde, machte eine Zugabe von Phosphorsäure allein das üppige Gedeihen von Roggen zweifellos auch auf dem ältesten Sandboden."

Ich verweise ferner auf die Pommritzer Versuche p. 626

Aus den besprochenen Versuchen geht mit Sicherheit so viel hervor, daß die Kalidüngung für Moorböden und Sandböden, vorausgesetzt, daß neben Kali auch Phosphorsäure gegeben wird, sehr gute Dienste leistet. Ferner auch, daß sich für diese Böden Kainit gut eignet. Für schwerere Böden, die ja meistens an Kali im Vergleich zu dem Kalibedarf der Cerealien nicht arm sind, ist der Beweis der Wirkung der Kalisalze auf dieselben bis jetzt weniger sicher erreicht.

Die Verwendung der Kalisalze erfolgt auch hier am besten im Herbst oder frühem Frühjahr; für das Wintergetreide ist die Herbstanwendung bestimmt der im Frühjahr vorzuziehen.

f. Lupinen.

1. Versuch von Fittbogen zu Dahme.

Der zu dem Versuche verwendete Boden war ein hochgelegener, fast reiner Sandboden, welcher in der Ackerkrume nur sehr wenig Abschlämmbares und in den tieferen Schichten groben Sand und Kies enthielt. Vorfrucht war Weidegras nach Hafer, vor welchem Kartoffel in Stalldüngung. Tiefe der Beackerung 15 cm.; Größe der Parcelle 2,5 Ar. Die Parcelle I bis VIII (Abth. A.) erhielten die Düngung in der Zeit vom 16.—26. Januar, Nr. IX bis XVI (Abth. B.) vom 20. bis 23. April.

Die Resultate sind auf der folgenden Tabelle zusammengestellt: pag. 671.

Die Kalisalze haben die Erträge schön gesteigert und es zeigte sich kein Unterschied zwischen Rohkainit, Fabriksalz und Rohcarnallit. Die Winterdüngung ergab höhere Erträge als die Frühjahrsdüngung. Interessant ist ferner für die Lupinen die durch diese Versuche wieder bestätigte Thatsache, daß dieselben Stickstoff und Phosphorsäure in leicht löslicher Form nicht vertragen können, die somit statt einer Vermehrung eine Depression der Ernten bewirken.

Ich verweise ferner auf die Pommritzer Versuche, welche p. 617 näher besprochen sind, sowie auf die dort gezogenen Schlußfolgerungen.

Nr. der Parcelle	Art und Stärke der Düngung p. 2,5 Ar	Ernte an Lupinenheu Abth. A. ℔	Ernte an Lupinenheu Abth. B. ℔
I und IX	20 ℔ Kainit	114,7	87,0
II und X	20 ℔ " + 20 ℔ Kalk	142,0	100,2
III und XI	20 ℔ Fabriksalz (20,63% Kali)	144,5	78,3
IV und XII	20 ℔ " + 20 ℔ Kalk	148,0	80,6
V und XIII	20 ℔ Kainit + 10 ℔ stickstoffreiches Superphosphat	117,0	72,7
VI und XIV	20 ℔ Kainit + 20 ℔ Kalk + 10 ℔ stickstoffreiches Superphosphat	117,2	72,5
VII und XV	20 ℔ Fabriksalz + 10 ℔ stickstoffreiches Superphosphat	106,1	59,7
VIII und XVI	20 ℔ Fabriksalz + 20 ℔ Kalk + 10 ℔ stickstoffreiches Superphosphat	96,1	63,0
XVII	10 ℔ Carnallit	93,1	
XVIII	20 " Carnallit	134,7	
XIX	20 " Carnallit + 10 ℔ Kalk	113,6	
XX	30 " Carnallit	101,0	
	Ungedüngt im Durchschnitt	60,2	

§ 307.

g. Klee.

1. Versuche zu Wiednitz vom Administrator Lehmann, referirt von O. Cordel.

Das zu dem Versuche benutzte Feld war ein Lehmboden; als Kalisalz wurde reine schwefelsaure Kali-Magnesia verwendet.

Die Resultate sind:

Morgenzahl	Düngung pro Morgen	Ertrag pro Morgen (grün)
38	$1^1/_2$	100
4	—	62

Wir sehen hier eine vorzügliche Wirkung der reinen schwefelsauren Kali-Magnesia. Es ist schade, daß nur der

Ertrag an grünem Klee angegeben ist, da gerade bei Klee, wie dies die Versuche mit Gyps darthun, der Wassergehalt ein nicht unwesentlich variirender sein kann. Bei der Größe der Versuchsfläche ist das Resultat sehr wichtig.

2. Versuch von W. Henneberg.

Die Versuche sind in dem Garten der Versuchsstation ausgeführt. Das Feld hat einen kaliarmen, kalkreichen auf Kalktuff ruhenden Lehmboden. Weitere Angaben darüber sind bereits p. 665 gemacht worden. Dieser Versuch ist auf der Abtheilung, welche die Fruchtfolge: Kartoffeln, Hafer, Klee, Hafer hat, angestellt; dieselbe trug nach 4jähriger Zwischenzeit zum 2ten Male Klee. Die Düngung erfolgte im Frühjahr. Die Ernte-Ergebnisse sind die folgenden:

Düngung				1. Schnitt Ctr	2. Schnitt Ctr	Summe Ctr
1.	Superphosphat,	Chlorkalium,	Chilisalpet.	54,2	20,0	74,2
2.	"	"	—	31,9	19,0	50,9
3.	"	—	"	24,8	15,4	40,2
4.	"	—	—	19,6	12,8	32,4
5.	—	"	"	28,7	15,8	44,5
6.	—	"	—	34,5	17,4	51,9
7.	—	—	"	26,6	14,4	41,0
8.	Ohne Dünger			32,1	15,6	47,7

Zu den Zahlen wird bemerkt, daß sich auf der Parcelle V eine Fehlstelle befand und daß die Parcelle VIII eine bessere Bodenbeschaffenheit besitzt, als sämmtliche übrigen, weil der den Untergrund bildende Tuffkalk dort tiefer steht. In Folge davon mußte der Kleeertrag auf I verhältnißmäßig zu niedrig, der auf VIII dagegen verhältnißmäßig zu hoch ausfallen.

Henneberg sagt über die erhaltenen Resultate: „Ueberall ohne Ausnahme selbst in den Fällen, wo fremde Einflüsse entgegen wirkten, hat das Fehlen des Chlorkaliums eine Verminderung der Erträge zur Folge gehabt, während bei Superphosphat und Chilisalpeter Verminderung und Steigerung wechseln."

„Die Resultate sprechen mithin entschieden für eine günstige Wirkung der Kalidüngung auf Klee unter den obwaltenden Bodenverhältnissen. Dies um so mehr, als sich auch bei dem erstmaligen Kleeanbau im Jahre 1867 ähnliches gezeigt hat, insofern als damals die Parcellen mit Superphosphat und Chlorkalium und mit Chlorkalium allein von der ungedüngten Parcelle mit besseren Bodenverhältnissen abgesehen, die höchsten Erträge lieferten.

3. Versuch von R. Heinrich.

Das zu dem Versuche benutzte Feld, in der Höhe bei Regenwalde gelegen, war ziemlich gleichmäßig bestanden, besaß eine fast ebene Lage und hatte wegen seiner schlechten Beschaffenheit, soweit sich die Besitzer erinnern konnten, keinen Klee getragen. Der Boden näherte sich dem Flugsande (?), er war arm an Kali (0,084%) wesentlich reicher dagegen an Phosphorsäure (0,088%).

Die Vorfrüchte in den 3 vorhergehenden Jahren waren Roggen mit einer Düngung von 1/2 Ctr. Peruguano pro Morgen, Kartoffeln mit 80 Ctr. Stalldünger und Hafer ohne Düngung; nach dem Hafer war die Kleegrassaat erfolgt, welche aus 2/3 Klee und 1/3 Timothygras bestand, von welcher 10 ℔ pro Morgen angewendet wurden. Zur Düngung wurde Gyps und rohes schwefelsaures Kali mit 11,5% Kali verwendet. Größe der Parcellen 1 preuß. Morgen; jeder Versuch ist doppelt ausgeführt. Der erste Schnitt erfolgte am 1. Juli, der zweite am 27. August.

Die Ernte-Ergebnisse sind die folgenden:

Düngung	Parc.	1. Schnitt ℔	2. Schnitt ℔	Gesammt-ernte ℔	Durchschnittlich pro Morgen ℔
Gyps	1 4	1187 1028	925 979	2112 2007	2059,5
Ungedüngt	2 5	880 853,5	939 800	1819 1653,5	1736,5
Schwefels. Kali	3 6	1520,5 1200,0	978 754,5	2498,5 1954,5	2226,5

Die Trockensubstanzbestimmungen ergaben auf die Mittelernte pro Morgen berechnet:

Gyps	1652,6 ℔
Ungedüngt	1400,0 „
Schwefels. Kali	1772,0 „

Die Bestimmung der Art der gewachsenen Pflanzen in einer Durchschnittsprobe zeigte, daß das schwefelsaure Kali eine überwiegende Entwickelung des Timothygrases bewirkt hatte. 100 Theile der Durchschnittsprobe ergaben nämlich:

	Rothklee	Timothygras	Andere Kräuter
Gyps	65,6	17,2	17,2
Ungedüngt	64,4	15,0	20,6
Schwefels. Kali	52,0	30,0	18,0

Heinrich schließt aus diesen Resultaten betreffs der Wirkung des schwefelsauren Kali, daß dasselbe bezüglich der Quantität des Ertrages eine bedeutende Wirkung ausgeübt hat, indem durch dasselbe der Ertrag um 5 Ctr. pro Morgen erhöht worden ist. Die Qualität andererseits — es sind die genauen Futter- und Aschen-Analysen ausgeführt worden — ist

durch die Kalidüngung nur in unbedeutendem Grade verbessert. Es erscheint doch aber zweifelhaft, ob die Wirkung des Kalisalzes sich auch auf den Klee oder nur auf das Thimothygras erstreckt hat, wenn man erwägt, wie wesentlich die Entwickelung des Timothygrases befördert, dagegen die der Kleepflanzen zurückgetreten ist.

Ich verweise ferner auf meine Versuche in Pommritz welche p. 626 und f. beschrieben sind.

Aus den Resultaten der soeben besprochenen Versuche geht hervor, daß auf kaliärmere Böden die Kalisalze, wenn dieselben als Kopfdüngung verwendet werden, günstige Wirkung hervorbringen. Beim Klee scheinen aber die Chlorverbindungen des Kali, sowie die unreineren Kalisalze vor allem Verwendung finden zu müssen, durch welche in kürzerer Zeit die Düngung der tieferen Schichten der Ackerkrume resp. die des Untergrundes bewirkt wird. Da die reine schwefelsaure Kali-Magnesia die Düngung der tieferen Schichten ebenfalls in vorzüglichem Grade bewirkt, so erklärt dies die günstige Wirkung desselben bei dem Versuch in Wiednitz.

Das reine schwefelsaure Kali zu der Frucht, in welcher der Klee gesäet ist, gegeben, scheint keine günstige Wirkung ausüben zu können, da bei dem Pommritzer Versuche die Parcelle, welche vor dem Klee 3 Jahre hindurch jährlich damit gedüngt war, einen pro 1/4 Hectar um 2043,69 Kilo gegen ungedüngt verringerten Ertrag hervorbrachte.

Als Kalisalz empfiehlt sich hiernach wohl in erster Reihe der fein gemahlene Kainit und als Zeit der Anwendung desselben das frühe Frühjahr.

§ 308.

h. Lein.

1. Versuche von F. Nobbe zu Chemnitz 1867.

Zum Versuche diente ein thoniger Boden der Versuchsstation. Vorfrucht 1864 und 1865 Erbsen und Hafer, mit verschiedenen Mineraldüngern gedüngt und 1866 Kartoffel, ungedüngt. Größe der Parcelle 3 sächsische □-Ruthen. Die Düngung erfolgte am 3. Mai, die Aussaat am 9. Mai und die Ernte am 20. bis 22. August.

Die Resultate pro Acker in Zollpfund sind:

Düngung je 5 Ctr. pro Acker	Körner	Stengel und Spreu
I. Ungedüngt	520	4090
II. Chlorkalium	510	4990
III. Dreifach concentrirtes Kalisalz	590	4230
IV. Schwefelsaures Kali	560	4260
V. Kainit	460	5450
VI. Roher Bakerguano + 2 Ctr. Kainit	580	4870
VII. Aufgeschl. Peruguano	690	5430

Die einseitige Kalidüngung hat die Körnerbildung 2mal verringert und nur 2mal erhöht. Die Stengel- und Spreu-Ernte ist dagegen durch alle Kalisalze vermehrt worden. Die Zugabe von rohem Bakerguano zu Kainit erhöhte die Wirkung betreffs des Samens. Der günstige Einfluß der Kalisalze auf die Entwickelung der Gespinnstfaser ist sehr interessant, am besten zeigte sich in dieser Richtung der Kainit.

2. Versuch vom Administrator Lehmann in Tharand.

Das zu dem Versuche benutzte Feld hat schweren Thonschieferboden, erhielt im Jahre 1859 das letzte Mal eine Stallmistdüngung und von künstlichem Dünger, seit jener Zeit nur 1866 eine Zufuhr von 3 Ctr. aufgeschlossenem Peruguano. Getragen hat es seit jener Zeit 1859 Turnips, 1860 Gerste mit schwedischem Klee, 1861 und 1862 Klee, 1863—65 Weizen und 1866 Erbsen. Der Boden kann hiernach als ein im Allgemeinen ausgesaugter und insbesondere an Kali sehr erschöpft angesehen werden. Der Lein wurde am 17. Juni gesäet, ging am 24. Juni auf, begann am 9. August zu blühen und wurde in der Halbreife am 2. und 3. September gerauft und in Schrägen gesetzt. Nur bei den am üppigsten gewachsenen 3 Parcellen, welche Stickstoffdüngung erhalten und auf denen die Pflanzen sich gelagert hatten, fand die Ernte am 7. September statt. Die Parcellen konnten nur 2 sächsische Quadrat-Ruthen groß genommen werden, waren aber vollkommen gleichmäßig bestanden und der Verlauf der Vegetation zeigte sich bei der gerade für die Leinpflanze höchst günstigen Sommerwitterung (das Lagern auf den 3 Parcellen abgerechnet) so normal, daß das Vorhandensein einer genügenden Gleichmäßigkeit des Bodens und der allgemeinen Wachsthumbedingungen kaum bezweifelt werden konnte.

Die Erträge auf den sächsischen Acker ($2^1/_2$ preußischen Morgen) sind die folgenden: pag. 676.

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß die ersten 3 Kalisalze eine wesentliche Verstärkung des Wachsthums der Stengelgebilde hervorgerufen haben, während das des Samens zurückgeblieben ist: Rohflachs hat gegen ungedüngt eine Erhöhung

	Düngung: Kalisalz 600 K			Düngung: Kalisalz und Superphosphat, von jedem 300 K		
	Samen	Rohflachs	Gesammt-ernte	Samen	Rohflachs	Gesammt-ernte
	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.
Ungedüngt	9,2	41,2	62,3	9,2	41,2	62,3
Chlorkalium	7,1	51,2	70,7	8,7	52,8	75,0
Chlorkalium 150 K und Superphosphat 450 K	—	—	—	8,6	49,9	72,0
Schwefelsaures Kali	7,2	51,4	72,4	8,7	53,2	76,5
Kohlensaures Kali	8,2	51,2	72,6	8,6	52,1	73,3
Salpetersaures Kali	9,9	52,2	80,2	11,9	58,5	90,3
600 K Peruguano	—	—	—	9,2	43,5	68,5

von 20—24 %, an Samen dagegen eine Erniedrigung von 11—22 %. Die Wirkung dieser Kalisalze hat sich als eine sehr gleichmäßige erwiesen, vor allem gilt dies von Chlorkalium und schwefelsaurem Kali.

Durch den Zusatz von Superphosphat zu den 3 ersten Kalisalzen ist der Ertrag an Rohflachs nur um 2—3 %, dagegen der an Samen um 13 % erhöht worden.

Die höchsten Erträge gab das salpetersaure Kali, bei den Samen 8% und beim Rohflachs 27% über ungedüngt; noch bedeutender war die Steigerung, welche durch den Zutritt des Superphosphats veranlaßt war: bei den Samen 30% und bei dem Rohflachs 42%.

3. Versuche von M. A. Ladureau.

Diese Versuche sind in Versée und Bavay ausgeführt worden. Bei beiden Versuchen ist die Saatzeit etwas spät gewesen, worunter beide Ernten gelitten haben.

Die Ernteergebnisse, soweit sie für die Kalifrage von Interesse, sind auf den 2 folgenden Tabellen mit allen anderen Angaben zusammengestellt: pag. 678.

Besonders interessant bei den Versuchsergebnissen ist der große Einfluß der verschiedenen Dünger auf die Feinheit des Flachses, der soweit geht, daß selbst höhere Bruttoerträge Flachs von kaum der Hälfte Werth lieferten. Kalisalpeter in einem Falle und Kalium- und Magnesiumsulfat im anderen nehmen unter allen die erste Stelle in Einflußnahme auf die Feinheit des Flachses ein.

Bei der Werthbestimmung sind 100 kg. Samen zu 28 Frcs. angenommen.

Die günstige Wirkung der Kalisalze auf die Leinpflanze, vor allem auf den Flachs, geht aus diesen Versuchen ebenfalls sicher hervor. Bei Versuch I fehlt leider die ungedüngte Parcelle und bei Versuch II sind die Erträge derselben sehr hoch, so daß sich der berechnete Werth der Ernte derselben die zweite Stelle anweist.

Die angeführten Versuche lassen aber, vor allem bei kaliärmerem Boden die günstige Wirkung sicher erkennen und gleichzeitig scheint aus demselben hervorzugehen, daß die Verbindung, in welcher das Kalisalz verwendet, gleichgültig sei.

§ 309.

i. Wiesen.

1. Versuch von Jungk in Falkenberg.

Die zu dem Versuche benutzten Wiesen lagen mitten in einem Torfstiche und gaben meistens nur einen geringen Ertrag, 4—5 Ctr. pro Morgen; sie wurden in 32 Parcellen à 1/4 Morgen getheilt und diese abwechselnd am 15. März mit Kalisalz gedüngt; eine schwere Walze ging alsdann über die Wiesen. Der Einfluß der Kalisalzdüngung war so deutlich, daß die Wiese wie ein Schachbrett aussah; am 19. August geschah die Ernte und diese ergab im Durchschnitt:

I. Versuch zu Versee.

Düngung pro Hectar	Gehalt des Düngers an			Ertrag pro Hectar						
	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Bruttogewicht	Gewicht des Strohes	Gewicht des Samens	Gewicht des gerösteten Flachses	Gewicht des gebrochenen Flachses	Gesammtwerth der Ernte	Werth pro 100 kg. Flachs
kg.	%	%	%	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	Frcs.	Frcs.
500 Kalisalpeter	13,72	—	45,60	3978	3525	453	3119	890	1982	210
1000 Kalium- u. Magnesiumsulfat	—	—	17,33	6493	6140	353	4116	1050	1663	150
1000 conc. Kalidünger . .	—	—	24,73	5277	4887	390	3253	830	1425	160
400 Superphosphat + 200 Kalisalpeter + 400 Gyps	2,75	5,62	9,12	6518	6133	385	3793	990	1179	170
300 Superphosphat + 300 Kalidünger + 400 Chilisalpeter	4,42	4,22	7,40	5901	5511	390	3804	1010	2016	190
500 Superphosphat + 500 Kalidünger	—	7,20	22,80	6518	6149	370	4083	1100	1907	165
1800 Superphosphat . .	—	14,20	—	6369	6048	320	3719	800	1440	170

II. Versuch zu Bavay.

Düngung pro Hectar	Gehalt des Düngers an			Ertrag pro Hectar						
	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali	Bruttogewicht	Gewicht des Strohes	Gewicht des Samens	Gewicht des gerösteten Flachses	Gewicht des gebrochenen Flachses	Gesammtwerth der Ernte	Werth pro 100 kg. Flachs
kg.	%	%	%	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	Frcs.	Frcs.
1000 Kali- und Magnesiasulfat	—	—	17,83	4000	3200	800	3300	800	1264	125
1000 conc. Kalidünger . .	—	—	24,73	3700	3200	600	3000	550	830	115
600 Knochensuperphosphat	0,80	15,70	—	4050	3450	600	3300	420	682	115
500 Superphosphat + 500 Kalidünger	0,40	7,85	12,36	4700	4100	600	3800	500	773	115
500 Kalisalpeter	13,72	—	45,60	4200	3900	300	3600	400	379	70
500 Chilisalpeter	16,00	—	—	4000	3500	500	—	—	165	—
500 Kalisalpeter + 200 Superphosphat	6,86	3,40	22,80	4100	3600	500	3500	330	363	60
Ungedüngt	—	—	—	4000	3300	700	3200	700	1036	115

Ungedüngt pro Morgen	4 Ctr.	84 ℔
gedüngt pro Morgen .	9 „	42 „
gedüngt also mehr	4 Ctr.	58 ℔

und zwar ein Heu, das einen um 50% höheren Futterwerth hatte.

Die Stärke der Kalidüngung leider nicht angegeben.

2. Versuche zu Altendorf, Neutaubenheim und Oberschlema, referirt von F. Nobbe.

Die Versuchs-Parcellen waren 20 □m groß, in den letzten Jahren nicht gedüngt, an sich gleichartig, aber möglichst dürftig. Die Düngemittel wurden im Winter an schnee- und frostfreien Tagen ausgestreut. In der ersten Vegetations-Periode war die Witterung kalt und naß, von da an bis zur Grummeternte wärmer und feucht.

Die Ernte ergab:

Düngung pro sächsischen Acker	Altendorf 1. Schnitt	Neutaubenheim 1. Schnitt	Neutaubenheim 2. Schnitt	Oberschlema 1. Schnitt	Oberschlema 2. Schnitt	Oberschlema zusammen
1. 1 Ctr. Kainit	2330	2360	2070	3240	1970	5210
2. Ungedüngt .	1670	—	2160	3150	2150	5300
3. 2 Ctr. Kainit	2715	2400	2240	3060	1920	4980
4. Ungedüngt .	—	2370	2090	2880	1790	4670
5. 3 Ctr. Kainit	2865	—	3480	3350	2020	5470
6. Ungedüngt .	—	2310	2460	2680	1580	4260

Die Wirkung der Kainitdüngung ist bei allen 3 Versuchen unverkennbar. Tritt dieselbe bei 1 Ctr. pro sächsischen Acker auch außer Altendorf nicht scharf hervor, so muß bedacht werden, daß 1 Ctr. pro sächsischen Acker eine sehr schwache Düngung ist und daß außerdem die Parcellen, wie dies ja bei Wiesenflächen sehr selten anders ist, nicht ganz gleichmäßig sind.

3. Versuch von W. Schäfer 1874 und 1875.

Die zu den Versuchen benutzte Wiese ist eine sogenannte Vorstwiese in der Gegend von Heyne in Baden, Kreis Constanz, das heißt eine Wiese, welche vorzugsweise mit schlechten Gräsern, Sumpfpflanzen, namentlich aber mit Cyperaceen bestanden ist und nicht nur geringe Erträge, sondern auch sehr schlechtes Futter liefert. Die obere Bodenschicht dieser Wiese ist moorig und ruht auf einer thonigsandigen Unterlage, die augenscheinlich geringe Fruchtbarkeit besitzt. Während des Hochwasserstandes des See's steigt der Grundwasserspiegel bis auf etwa 60—70 cm unter die Oberfläche und hält durch Capillarität die oberhalb liegende Bodenschicht ziemlich feucht. Diese Wiese wurde früher nur einmal jährlich gemäht und lieferte ein Heu, das kaum zu etwas anderem als zum Einstreuen benutzt werden konnte.

Die zu den Versuchen benutzte Fläche, 22 Ar groß, wurde der Länge nach halbirt und in die eine Hälfte ein den Bodenverhältnissen angepaßtes Klee- und Grasgemisch eingesäet, welches für die 11 Ar 10 Mark 85 Pf. kostete, und das mit der Wiesenegge eingeeggt wurde. Darauf wurde jede Hälfte der Quere nach in 11 Parcellen à 1 Ar getheilt. Die verwendeten Düngemittel wurden im zeitigen Frühjahr 1874 und 1875 oben aufgestreut. Das Frühjahr 1874 war feucht, während das des Jahres 1875 überaus trocken war. Die folgende Tabelle zeigt die für die Kalifrage erhaltenen Resultate. (s. pag. 682.)

Schäfer bemerkt hierzu, daß auf der nicht eingesäeten Abtheilung in qualitativer Beziehung eine nennenswerthe Besserung des Futters in den 2 Jahren noch nicht eingetreten sei, daß dagegen auf der angesäeten Abtheilung im Jahre 1875 bereits eine sehr bedeutende qualitative Verbesserung des Futters zu constatiren war.

Wenn hier auch die einseitige Kalizufuhr eine Wirkung nicht hervorgerufen hat, so ist aus den Versuchs-Resultaten doch zu entnehmen, daß das Kali hier gute Dienste gethan hat. Die Zuführung eines Nährstoffes kann ja in den meisten Fällen nicht von günstigen Erfolgen begleitet sein, wenn es sich um so arme Wiesen handelt, wie die Versuchswiesen es waren, schwefelsaures Ammoniak allein hat ja auch keine Mehrerträge hervorgebracht.

Es darf ferner nicht unbemerkt bleiben, daß die Parcellen nur 1 Ar groß und daß, wenn den Versuchen eine Entwässerung des Bodens vorausgegangen wäre, sicherlich bessere Wirkungen der Düngemittel zu verzeichnen gewesen wären. So haben die Mehrerträge die Kosten der Düngung lange nicht bezahlt.

Düngung pro Ar	Nicht eingesäete Abtheilung				Eingesäete Abtheilung		
	Kosten der Düngung pro Hectar	Ertrag pro Hectar			Ertrag pro Hectar		
		Heu	Grummet	zusammen	Heu	Grummet	zusammen
	Mark	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.	Ctr.
Ungedüngt 1874	—	39	—	39	39	—	39
〃 1875	—	18	—	18	24,5	—	24,5
7½ ℔ schwefelsaures Ammoniak 1874 . .	187,5	40	—	40	36	—	36
〃 〃 1875 . .	187,5	24,5	—	24,5	22,5	—	22,5
5 ℔ schwefelsaures Ammoniak und 5 ℔ Chlorkalium 1874	170	54	—	54	50	—	50
5 ℔ schwefelsaures Ammoniak und 5 ℔ Chlorkalium 1875	170	27	—	27	27	—	27
5 ℔ Chlorkalium 1874	45	40	—	40	38	—	38
〃 1875	45	19	—	19	22	—	22
5 ℔ Chlorkalium, 2½ ℔ schwefelsaures Ammoniak und 7½ ℔ gedämpftes Knochenmehl 1874	177,25	50	—	50	57	—	57
5 ℔ Chlorkalium, 2½ ℔ schwefelsaures Ammoniak und 7½ ℔ gedämpftes Knochenmehl 1758	177,25	52	9,5	61,5	66	22	88
12½ ℔ gedämpftes Knochenmehl	106,25	50	—	50	39	—	39
〃 〃	106,25	29,5	—	29,5	29,5	—	29,5
5 ℔ Chlork., 10 ℔ ged. Knochenmehl 1874	135	60	—	60	45	—	45
5 ℔ Chlork., 10 ℔ ged Knochenmehl 1875	135	53	14	67	53	20	73
15 ℔ schwefelsaure Kalimagnesia 1874 .	180	39	—	39	31	—	31
30 〃 〃 〃 1875 .	360	38	—	38	37	—	37

4. Versuch vom Administrator Lehmann, referirt von O. Corbel.

Als Kalisalz wurde der calcinirte Kainit verwendet. Die erhaltenen Resultate sind:

Bodenbeschaffenheit	Morgenzahl	Düngung pro Morgen Ctr.	Heuertrag pro Morgen
a. Schwarzboden, moorgründig feuchte Lage . .	35	1,5	22,0
	5	—	13,5
b. Lehmboden, feuchte Lage	30	1,5	21,5
	6	—	15,5
c. Sandiger Lehmboden .	36	1	17,0
	6	—	14,0

Lehmann bemerkt zu diesen Resultaten: „Dieselben Proportionen waren bei den im Ganzen um 20% niedrigeren Erträgen bemerkbar. Die Wiese c. bekam ein geringeres Kaliquantum, weil nach früheren Erfahrungen auf Boden von mehr trockener Lage und sandiger Beschaffenheit eine zu starke Kalidüngung nicht rathsam ist. Aus unseren 4jährigen Versuchen ziehen wir den Schluß, daß auf feuchtem Boden, auch bei mehr oder weniger moorgründigem Charakter die Kalidüngung einen relativ höheren Erfolg zeigt, sowohl für die Quantität als Qualität der Frucht, als auf sandgemischtem Boden von mehr trockener Lage und daß ersterer eine stärkere Düngung verträgt, resp. braucht, als letzterer."

Diese auf größerer Fläche ausgeführten Versuche zeigen die günstige Wirkung der Kalidüngung sehr schön.

5. Versuche von Fittbogen 1875.

Die zu den Versuchen benutzte Wiese befindet sich seit einer Reihe von Jahren in gutem Kulturzustande und liefert in der Regel 3 Schnitte. Der Untergrund ist torfhaltig, etwas eisenschüssig aber frei von stauender Nässe. Ein Ueberfahren mit Jauche hatte in den Vorjahren wiederholt, eine Düngung mit Kalisalzen noch niemals stattgefunden. Die Versuchs-Parcellen waren 2,5 Ar groß. Als Kalisalze wurden Rohkainit und sogenanntes Fabriksalz angewendet, welche die folgende Zusammensetzung hatten:

	Rohkainit	Fabriksalz
Kali	12,09	20,63
Natron	20,27	14,27
Kalk	0,93	1,92
Magnesia . . .	6,18	5,52
Eisenoxyd . . .	0,12	0,68
Schwefelsäure . .	20,61	10,71
Chlor	26,00	34,89
Sand	0,45	2,12
Wasser	19,06	17,42

Das weiter zur Verwendung gelangte Ammoniak-Superphosphat enthielt 9,80% lösliche Phosphorsäure und 10,19% Stickstoff.

Die Parcellen I—VIII (Abtheilung A) erhielten die Düngung in der Zeit vom 16.—26. Januar, Nr. IX—XVI (Abtheilung B) vom 20.—23. April als Kopfdüngung. Die Ernte erfolgte am 15. Juni und 14. August; wegen Trockenheit kam es zu einem dritten Schnitt nicht.

	Art und Stärke der Düngung pro 2,5 Ar	Abtheilung A			Abtheilung B		
		Heu K	Grummet K	Gesammt-ertrag K	Heu K	Grummet K	Gesammt-ertrag K
I u. IX	20 K Kainit	143,3	104,7	248,0	116,0	77,0	193,0
II u. X	20 K Kainit + 20 K Kalk . . .	106,7	90,8	197,5	105,0	88,0	193,0
III u. XI	20 K Fabriksalz	125,1	92,8	217,9	103,3	89,5	192,8
IV u. XII	20 K Fabriksalz + 20 K Kalk .	123,2	73,7	196,9	108,4	116,5	224,9
V u. XIII	20 K Kainit + 10 K Ammoniak-Superphosphat	149,8	75,2	225,0	136,3	89,8	226,1
VI u. XIV	20 K Kainit + 20 K Kalk + 10 K Ammoniak-Superphosphat . .	146,0	71,5	217,5	134,8	112,2	247,0
VII u.XV	20 K Fabriksalz + 10 K Ammoniak-Superphosphat	173,5	69,2	242,7	132,2	119,3	251,5
VIIIu.XVI	20 K Fabriksalz + 20 K Kalk + 10 K Ammoniak-Superphosphat	144,7	82,2	226,9	133,3	91,3	224,6
	Ungedüngt	96,6	89,5	186,1			

Die Versuchs-Resultate ergaben bei allen Nrn. eine günstige Wirkung der Kalisalze. Das hochgrädigere Fabriksalz hat nicht günstiger, als der Kainit gewirkt. Der Kalkzusatz hat die Ernten bei den Parcellen I—VIII heruntergedrückt, bei den Parcellen IX—XVI, bei denen die Düngung im April geschah, sich dagegen mehrfach günstig gezeigt.

Die Düngung im Januar ist beim ersten Schnitte von besserem Erfolge begleitet gewesen, als die im April, beim zweiten Schnitte zeigt sich meistens das Gegentheil; wie weit hieran die Trockenheit Antheil hat, läßt sich nicht constatiren.

6. Versuche zu Calvörde von Vibrans, referirt von Märcker.

Auf einer Moorwiese mit Kiesuntergrund, die in den Vorjahren abwechselnd mit Jauche, Compost und Kainit gedüngt war, wurden 1880 die auf der folgenden Tabelle mit den gegebenen Angaben zusammengestellten Versuche ausgeführt.

Nr. der Parcellen	Düngung	Ernte 1. Schnitt Kg.	Ernte 2. Schnitt Kg.	Ernte zusammen Kg.	Mehr gegen ungedüngt Kilo	Kosten der Düngung Mk.	Werth des Mehrertrages Mk.	Gewinn (+) oder Verlust (—) Mk.
1	Ungedüngt	255	215	470	—	—	—	—
2	1 Ctr. Bakerguano-superphosphat . .	280	240	520	50	6,00	2,00	—4,00
3	1 Ctr. Bakerguanosuperphosph. ½ Ammonsulfat	430	220	650	180	16,57	7,20	—9,37
4	1 Ctr. Bakerguanosuperphosphat + 3 Ctr. Kainit	410	350	760	290	10,00	11,60	+1,60
5	1 Ctr. Bakerguanosuperphosphat + 3 Ctr. Kainit + ½ Ctr. Ammonsulfat . . .	500	355	855	385	20,47	15,40	—5,07

Die Kainitwirkung tritt hier sicher hervor; der Kainit hat sich auch mit Bakerguanosuperphosphat angewendet allein rentirt. Die Zugabe von Ammonsulfat hat zwar die Ernte, aber nicht den Reinertrag erhöht.

7. Versuche von E. Heiden in Pommritz.

Zu den Versuchen diente eine Wiese, welche seit vielen Jahren nicht compostirt und überhaupt gedüngt war. Dem ursprünglichen Plane gemäß sollten zu den Versuchen 8 Parcellen benutzt werden, von denen 4 im

Herbst geeggt resp. gedüngt und 4 im Frühjahr. Von den gedüngten sollten je 2 Kainit, je 2 Knochenmehl und je 2 Kainit und Knochenmehl erhalten. Da sich aber bei näherem Studium der zur Verfügung stehenden Wiese ergab, daß die für die Versuche geeignete Fläche derselben nur 3,66 sächs. Scheffel groß und somit die Frage zu ventiliren war, ob die Versuche dem Plane gemäß demnach auf kleineren Parcellen oder durch Fortlassung einiger Fragen auf größeren Parcellen besser ausgeführt würden, entschloß sich der Versuchsansteller, lieber größere Parcellen zu nehmen und die Versuche in der Zahl zu beschränken. Es wurden daher nur 4 Parcellen für den Versuch hergerichtet, von denen je eine im Herbst geeggt und eine gedüngt und 2 im Frühjahr geeggt und eine gedüngt wurde. Die Düngung im Herbst, sowie Frühjahr bestand in Zufuhr von 1 Ctr. Knochenmehl und 2 Ctr. Kainit pro sächs. Scheffel Land. Da die Parcellen nur $^{11}/_{12}$ Scheffel groß genommen werden konnten, so erhielten die 2 gedüngten Parcellen je 183,3 ℔ Kainit und 91,7 ℔ Knochenmehl. Leider zeigten sich auf der einen ungedüngten Parcelle bald störende Einflüsse, so daß hier nur über die Ergebnisse von 3 Parcellen referirt werden kann. Die Herbstdüngung erfolgte am 30. November 1878 und die Frühjahrsdüngung am 8. Mai 1879, am 30. Mai wurden dann den beiden gedüngten Parcellen noch je 23 ℔ Chilisalpeter mit 50 ℔ Erde gemischt, gegeben.

Der erste Schnitt geschah am 7. Juli und der zweite am 14. September.

Die 1879 erhaltenen Ernte-Resultate zeigt die folgende Tabelle:

Nr. der Parc.	Düngung	Ernte 1. Schnitt Kg.	Ernte 2. Schnitt Kg.	zusammen Kg.	Mehr als ungedüngt	Kosten der Düngung Mk.	Werth der Mehrernte Mk.	Gewinn
1	Ungedüngt	803	497	1300	—	—	—	—
2	Gedüngt im Frühjahr	985	585	1570	270	12,83	21,60	8,77
4	Gedüngt im Herbst .	1134	695	1829	529	12,83	42,32	29,49

Versuch 2.

Im nächsten Jahre wurde nur die Düngung mit Chilisalpeter wiederholt und zwar geschah das Ausstreuen von 23 ℔, gemischt mit 1 Ctr. Sand am 16. April.

Die Ernteergebnisse waren die folgenden:

Nr. der Parcelle	Düngung	Ernte 1. Schnitt Kg.	Ernte 2. Schnitt Kg.	zusammen Kg.	Mehr als ungedüngt Kg.	Kosten der Düngung Mk.	Werth der Mehrernte Mk.	Gewinn Mk.
1	Ungedüngt	818,5	669,0	1487,5	—	—	—	—
2	Gedüngt im Frühjahr des Vorvorjahres	1023,0	553,0	1576,0	88,5	2,30	7,08	4,78
4	Gedüngt im Herbst des Vorvorjahres	1195,0	713,0	1908,0	420,5	2,30	33,64	31,34

Versuch 3.

Im Jahre 1881 wurden die betreffenden Parcellen II und IV in der vorher angegebenen Art im Frühjahr, am 5. Mai und zwar je mit 91,7 ℔ Knochenmehl und 183,3 ℔ Kainit gedüngt. Der erste Schnitt wurde in diesem Jahre am 24. Juni und der zweite am 12. September genommen.

Die Ernteergebnisse zeigt die folgende Tabelle:

Nr. der Parc.	Düngung	Ernte 1. Schnitt Kg.	Ernte 2. Schnitt Kg.	zusammen Kg.	Mehr als ungedüngt Kg.	Kosten der Düngung Mk.	Werth der Mehrernte Mk.	Gewinn Mk.
1	Ungedüngt .	656,0	488,0	1144,0	—	—	—	—
2	Gedüngt . .	854,0	454,0	1308,0	164	12,83	13,12	0,29
4	Gedüngt . .	827,6	545,0	1372,6	228,6	12,83	18,28	5,45

Liegt bei diesen Versuchen auch die Wirkung einer alleinigen Kalidüngung nicht vor, so läßt sich doch durch die erhaltenen Resultate ein Schluß auf den Einfluß, welchen das Kali bei denselben gehabt, ziehen. Die gedüngten Parcellen zeigten nämlich einen sehr reichen Kleebestand und zwar vor allem die vierte, was wohl nur der Wirkung des Kalis zugeschrieben werden kann, und was durch die Analyse volle Bestätigung fand.

Auf gleichen Wassergehalt berechnet war die Zusammensetzung des Heu's von

	I.	IV.
Wasser	13,60	13,60
Protein	10,76	12,24
Rohfett	4,22	4,11
Stickstofffreie Nährstoffe	39,91	37,67
Rohfaser	23,91	24,42
Asche	4,46	5,79
Sand	3,10	2,17

Aus den Ernteergebnissen geht ferner hervor,

1. daß die Düngung im Herbst höhere Erträge ergeben hat, als die im Frühjahr, woraus folgt, daß Kainit und Knochenmehl, wenn möglich, im Herbste gegeben werden sollen,
2. daß die Wirkung der beiden Düngemittel wenigstens 2 Jahre dauert.

Auf Veranlassung des Verfassers sind dann noch einige Wiesendüngungs-Versuche von einigen Herren in der Provinz vorgenommen worden.

8. Versuch von Reichel auf Oberstrahwalde.

Die Lage des Ritterguts ist eine kältere als die von Pommritz. Die zu dem Versuche benutzte Fläche war in mittlerem Düngungszustande.

Die Düngung, in der Stärke, wie bei den Pommritzer Versuchen, hatte bei der ersten Parcelle mit Kainit und Knochenmehl am 12. December 1878 stattgefunden. Beide Parcellen, à $^1/_4$ Hectar groß, hatten dann am 16. Mai 1879 noch 22,5 ℔ Chilisalpeter erhalten. Der Grummet konnte wegen sehr ungünstiger, nasser Witterung nicht trocken geerntet werden, weshalb nur Angaben über die Heuernte vorliegen.

Die Ergebnisse sind die folgenden:

Düngung	Ernte ℔	Mehr als ungedüngt ℔	Mehrkosten der Düngung Mk.	Werth der Mehrernte Mk.	Gewinn Mk.
Parc. I gedüngt mit Chilisalpeter	1300	—	—	—	—
„ II gedüngt mit Kainit, Knochenmehl und Chilisalpeter . . .	1498	198	10,46	15,84	5,38

Auch hier zeigte sich die Qualität des von der mit Kainit und Knochenmehl gedüngten Parcelle geernteten Heu's wesentlich besser, als die der nur mit Chilisalpeter gedüngten; es war auch hier wesentlich mehr Klee vorhanden.

Die Analysen, ausgeführt vom Assistenten A. Schlimper, ergaben die folgende Zusammensetzung:

	Parc. I	Parc. II
Wasser	9,98	9,98
Protein	8,49	10,38
Rohfett	4,49	4,50
Stickstofffreie Nährstoffe	44,32	43,06
Rohfaser	25,62	24,68
Asche	4,84	5,00
Sand	2,26	2,40

Es sind somit von der Parcelle I 110,4 ℔ und von der Parcelle II 155,5 ℔ Protein, das sind 45,1 ℔ mehr geerntet. Der günstige Einfluß von Kainit und Knochenmehl zeigt sich somit in der Qualität des geernteten Heu's in vorzüglicher Weise und noch mehr als in der Quantität.

9. Versuch von Scheffel auf Plieskowitz.

Bei diesem Versuche war $^1/_4$ Hectar im Herbst geeggt und mit 1 Ctr. Knochenmehl und 2 Ctr. Kainit gedüngt, während $^1/_4$ Hectar nicht geeggt und gedüngt war, der gedüngte erhielt im Frühjahr noch $^1/_4$ Ctr. Chilisalpeter.

Es liegen hier leider auch nur die Ernteergebnisse des ersten Schnittes vor, da der zweite durch die schlechte, nasse Witterung des Jahres nicht gut hatte geerntet werden können. Die Resultate sind.

	Parcelle I	Plus über ungedüngt:
Ungedüngt .	247,5 Ctr.	—
Gedüngt . .	399,0 „	151,5 Ctr

Wir haben somit auch hier ein sehr günstiges Resultat der Düngung, da durch dieselbe der Ertrag um 61,2% erhöht worden war. Untersuchungen des Heu's haben nicht stattgefunden. Wie der Ertrag der ungedüngten Parcelle zeigt, war der Düngungszustand der Wiese ein schlechter, hierzu kommt der ungünstige kalte Sommer des Jahres 1881.

Die besprochenen Versuche mit ihren Resultaten lassen mit aller Bestimmtheit erkennen, daß die Kalidüngung für die Wiesen von großem Nutzen ist. Die zu den Versuchen benutzten Wiesen sind nicht nur von sehr verschiedener Bodenbeschaffenheit, sondern ebenso sind auch Lage, sowie die klimatischen Verhältnisse derselben verschieden. Unter allen diesen differirenden Verhältnissen hat die Kalidüngung sich als wirksam gezeigt. Daß nicht Kali allein das Wachsthum der Wiesen im Allgemeinen wesentlich zu fördern im Stande ist, daß somit hier nicht nur eine einseitige Kalidünguug gegeben werden kann, sondern daß außer derselben auch die Phosphorsäure nicht fehlen darf, ist selbstverständlich.

Erwägt man die hohe Bedeutung der Wiesen für die Wirthschaft und zugleich, daß die Wiesenbehandlung im Allgemeinen noch viel zu wünschen übrig läßt, so ist nicht dringend genug die Düngung derselben zu empfehlen.

Die Wiesenpflanzen sind reich an Kali, durch fortwährende Entnahme ohne Wiederersatz muß die Wiese an Kali verarmen. Das Wiesenheu ist ein wichtiger Theil des Futters, daher auch indirect wichtig für den Mist. Durch die Verbesserung der Wiesen, durch die Düngung derselben mit Kali u. s. w. wird mehr und besseres Futter gewonnen, es wird daher auch hierdurch das Feld mehr mit Kali versehen. Es kann daher mit vollem Recht gesagt werden, die Düngung der Wiesen mit Kali ist auch eine Düngung des Feldes mit diesem wichtigen Nährstoffe. Für die Wiesen ist der billige Kainit zu verwenden; das Feld dagegen verlangt zu den Früchten, die besonders kalibedürftig sind, meistens die theuren Kalisalze.

In welchem Grade die Wiesen im Stande sind, das Gleichgewicht zwischen Export und Import des Kali zu halten, haben die Rechnungen auf p. 594 hinlänglich dargethan.

Wiesen von natürlicher Fruchtbarkeit, d. h. solche, welche durch zeitweilige Ueberschwemmungen gedüngt werden — das Wasser muß selbstverständlich auch die erforderlichen Nährstoffe enthalten — bedürfen meistens der besonderen Düngung nicht. Alle anderen Wiesen müssen dagegen gedüngt werden. Der Compost ist bekanntlich eine vorzügliche Düngung für die Wiesen, selten aber ist er in genügender Menge und entsprechender Qualität vorhanden, so daß künstliche Düngemittel mit Verwendung finden müssen. Man muß aber nicht erwarten, daß nasse, vor allem solche Wiesen, welche durch stauende Nässe leiden, saure Wiesen durch die Düngung mit den künstlichen Düngemitteln gleich wesentlich verbessert werden. Derartige Wiesen sind erst zu entwässern und zu entsäuern, was beides durch entsprechende Gräbenziehung, resp. Drainage und Düngung mit kalkhaltigem Compost resp. Kalk bewerkstelligt wird. Ist dies geschehen, dann ist erst die Verwendung der künstlichen Düngemittel am Platze und dann werden dieselben auch die gewünschte Wirkung hervorbringen.

Als Kalisalz ist in erster Reihe der fein gemahlene Kainit zu empfehlen. Da nun die Wiesen meistens auch Phosphorsäure gebrauchen, so ist mit dem Kainit auch gleichzeitig Phosphorsäure der Wiese zuzuführen. Für die humosen, torfigen Wiesen kann die Phosphorsäure in Form der Thomas-

schlacke Verwendung finden; sonst empfiehlt sich gutes Knochenmehl als billige Phosphorsäure-Quelle. Diese Düngemittel werden nach gründlichem Eggen, am besten mit Erde oder Sand gemischt, im Herbst, oder wenn dies nicht möglich, im frühen Frühjahr ausgestreut und eingeeggt.

§ 310.

k. Erbsen und Wicken.

In Betreff der Wirkung und Bedeutung des Kali für die obigen Pflanzen verweise ich auf die Pommritzer Versuche, welche p. 628 und Folge besprochen sind.

l. Taback.

Für die Darlegung der Wirkung und Bedeutung des Kali für den Taback verweise ich auf die p. 632 und Folge angeführten Versuche von Schlösing.

m. Garten-Cultur.

Für die Gemüsepflanzen ist die Kalidüngung von großer Wichtigkeit und daher sehr zu empfehlen. Es sei hier nur an den Spargel erinnert.

Erwähnt sei ferner nur noch die große Bedeutung des Kali für den Weinstock, der bekanntlich Kali in großen Mengen gebraucht.

§ 311.

G. Art der Anwendung und Stärke der Düngung.

Der bessern gleichmäßigen Vertheilung wegen werden die Kalisalze am besten mit der 1—2fachen Menge Sand gut gemischt und dann ausgestreut. Da das Kali wegen der großen Absorptionsfähigkeit der Ackererde für dasselbe sich im Boden nur sehr langsam bewegt, so muß dasselbe gut eingepflügt werden. Aus diesem Grunde ist auch die Verwendung der Kalisalze im Herbst oder im frühen Frühjahr sehr anzurathen.

Trotz der so zahlreich vorliegenden Düngungs-Versuche lassen sich auch jetzt noch nicht ganz bestimmte Angaben für die Stärke der Kalizufuhr zu den einzelnen Früchten und bei den betreffenden Böden machen.

Zunächst mag hier nochmals besonders betont werden, daß für Torf- und Sandböden die Kalidüngung von ganz außer-

ordentlicher Wichtigkeit, ja daß ohne diese die Cultivirung dieser Böden in der Regel überhaupt unmöglich ist. Für diese Böden ist vor allem der fein gemahlene Kainit zu empfehlen, der pro Hectar in Stärke von 8—12 Ctr. zu verwenden ist.

Betrachten wir weiter die Feldfrüchte, welche in erster Reihe unter den p. 595 angegebenen Verhältnissen der Kalidüngung bedürftig sind, nämlich Zuckerrüben und Kartoffel, so ist hie betreffs der Stärke der Düngung folgendes anzuführen. Bestimmte Grundlagen hierfür haben die zahlreich vorliegenden Versuche leider noch nicht gegeben. Als Anhalt für die Düngung kann zunächst der Bedarf dieser Früchte an Kali dienen. Bei einer Zuckerrüben-Ernte von 140—200 Ctr. pro 1/4 ha. entziehen wir dem Boden durch die Wurzeln rund 50—72 Pfund. Die Blätter gebrauchen zwar ebenfalls viel Kali, da aber diese der Wirthschaft verbleiben, so dürften bei der Bestimmung der Höhe der Kalizufuhr zum Boden nur die Wurzeln in Betracht kommen. Bei Zuckerrüben wird, wie wir durch die Versuche erfahren haben, das Kali am besten als schwefelsaures Salz verwendet. Es empfehlen sich daher vor allem die schwefelsaure Kalimagnesia und das schwefelsaure Kali; von der ersteren sind als Ersatz der 50—72 ℔ Kali 2—3 Ctr. und von dem andern 1—1 1/2 Ctr. erforderlich. Diese Zahlen finden sich auch im Einklang mit vielen der Düngungs-Versuche, bei denen günstige Resultate erzielt sind, so daß diese Mengen wohl als wenigstens annähernd richtig angesehen werden können.

Bei Kartoffeln entziehen wir dem Boden durch eine Ernte von 60—120 Ctr. Knollen rund 39 bis 78 ℔ Kali. Da hier die schwefelsauren Salze, wie die Versuche gezeigt haben, ebenfalls den Vorzug verdienen, so werden diese Mengen durch rund 1 1/2—3 Ctr. schwefelsaure Kalimagnesia oder durch rund 3/4—1 1/2 Ctr. schwefelsaures Kali ersetzt werden. Auch diese Düngemengen werden wohl als richtiger Anhalt für die Stärke der Düngung hinzustellen sein.

Bei den Runkelrüben werden dem Boden bei einer Ernte von 200—500 Ctr. pro 1/4 ha. rund 46—115 ℔ entzogen. Da für die Futterrunkel die etwas billigeren Chlorverbindungen des Kalis zur Verwendung kommen können, so würden von dem 5 fach conc. Kalisalz mit 50% Kali 1—2 3/10 Ctr., von dem 3 fach conc. mit 30% Kali 1 1/2—3 5/6 Ctr. u. s. w. erforderlich sein

Sollen Cerealien auf mittleren und schwereren Böden mit Kali gedüngt werden, so ist hierzu am besten der fein ge-

mahlene Kainit in Stärke von 1—2 Ctr. pro $^1/_4$ ha. zu verwenden. Das Kalibedürfniß der Cerealien ist kein großes und die Chlorverbindungen des Kainits sind, so weit bis jetzt bekannt, den Halmfrüchten nicht nachtheilig, sondern sogar für ihr Wachsthum förderlich.

Für Lupinen, Lein, Klee und die Wiesenpflanzen ist ebenfalls der billige Kainit, wie aus den Versuchen hervorzugehen scheint, am Platze. Stärke der Düngung pro $^1/_4$ ha. 2—3 Ctr.

Anhang.

§ 312.

A. Mayers Hypothese über die Staßfurter Kalisalze.

A. Mayer hat vor einigen Jahren die Thatsache, daß die vorherrschend gebräuchlichen Formen der Kalidüngung auf kaliarmen Böden oft nicht entsprechend günstig wirken, durch eine Hypothese zu erklären versucht. Ich kann auf die umfangreiche Abhandlung leider nicht irgendwie näher eingehen, da dies mehr Raum erfordern würde, als hier zu Gebote steht — die Abhandlung umfaßt fast 100 Seiten — halte es jedoch für meine Pflicht, die allerwichtigsten Sätze derselben in Kürze anzuführen.

Mayer stellt zunächst als Hauptsatz auf: „Das Verhältniß der Basen und Säuren unter den verbrennlichen Bestandtheilen der Pflanzen ist ein anderes als in mineralischen Düngergemischen, welche reich sind an Staßfurter Salzen. Die Schwierigkeiten, welche sich in Folge dessen bei der Assimilation dieser Düngergemische einstellen, sind die Ursache der geringen landwirthschaftlichen Nutzbarkeit der Staßfurter Salze."

Ferner: 1) „die Pflanzenaschen sind durchgehends basisch." 2) „Fruchtbare Ackererden sind in der Lage, den Pflanzen ein geeignetes Gemisch von mineralischen Nährstoffen darzubieten" und 3) „hierin wird durch viele Mineraldünger und besonders durch die Staßfurter Salze eine wesentliche Aenderung gebracht."

Mayer giebt dann die Beweise für die obigen 3 Sätze. Ohne hier auf die Beweisführung für Punkt 1 und 2 eingehen zu wollen, da diese beiden Sätze als richtig und bewiesen angesehen werden können, sei es hier nur gestattet, etwas auf die für Punkt 3 einzugehen.

Mayer theilt für die Beweisführung des Satzes 3 die Mineraldünger in 3 Gruppen und zwar:

1) Salze, wovon Basis und Säure gleich schnell von den Pflanzen absorbirt werden;
2) Salze, wovon die Basis schneller als die Säure assimilirt wird;
3) Salze, wovon die Säure schneller als die Basis absorbirt wird.

Endlich Gemische, in welchen der Charakter von 1, 2 und 3 überwiegend ist und welche je nachdem zu einer dieser 3 Gruppen gerechnet werden können.

Die Gruppe 1 wird als die der physiologisch neutralen, die Gruppe 2 als die der physiologisch sauren, und die Gruppe 3 als die der physiologisch basischen Salze oder Mineraldünger bezeichnet.

1) Physiologisch neutral sind:
   Schwefelsaurer Kalk,
   Schwefelsaure Magnesia,
   Chlornatrium,
   Superphosphat,
   Ammoniak-Superphosphat,
   Aufgelöster Peruguano,
   Kalisalpeter.
2) Physiologisch sauer:
   Chlorammonium,
   Chlorkalium,
   Chlormagnesium,
   Schwefelsaures Ammoniak,
   Schwefelsaures Kali,
   Staßfurter Salze überhaupt,
   Kalisuperphosphat.
3) Physiologisch basisch:
   Kohlensaurer Kalk,
   Holzasche,
   Aetzkalk,
   Kohlensaurer Kalk,
   Kalkphosphat ohne Schwefelsäure
   Chilisalpeter,
   Chilisalpetersuperphosphat,
   Roher Peruguano,
   Knochenmehl.

Ohne auf eine Besprechung der unter die 3 Gruppen aufgeführten Düngersalze resp. Gemische eingehen zu wollen, kann ich doch nicht umhin, eine kleine Bemerkung zu dem Ammoniak-Superphosphat, welches als physiologisch neutral bezeichnet ist, zu machen. Dieses Gemisch besteht im Sinne Mayers aus dem physiologisch sauren schwefelsauren Ammoniak und dem wohl fraglichen physiologisch neutralen Superphosphat. Wie kommt es, daß dasselbe zu den physiologisch neutralen Düngern gerechnet wird? Vielleicht daher, weil Ammoniak-Superphosphat allgemein als ein sehr gut wirkender Dünger bekannt ist? Aehnliche Bedenken treten noch bei manchen der anderen Dünger betreffs der Gruppen, zu denen sie gezählt sind, auf. Doch der Raum gestattet nicht, darauf näher einzugehen.

Die physiologisch sauren Stoffe sind nach Mayer diejenigen, durch welche die normale Constitution einer Ackererde am meisten bedroht wird; er fährt dann fort: „es ist nicht zufällig, daß wir gerade in dieser Gruppe die meisten Düngemittel finden, welche entweder überhaupt ungünstige Düngewirkungen zeigen oder doch wenigstens keine solchen, wie nach ihrem Nährstoffgehalte zu ermitteln wäre, obgleich an und für sich die meisten dieser Stoffe für das Pflanzenleben als unschädlich angesehen werden müssen. (?!)“ Schwefels. Ammoniak, Schwefels. Kali ?! Was die beiden eben genannten Salze anbetrifft, so sind meines Wissens ungünstige oder nicht entsprechende Düngewirkungen von diesen beiden Salzen nicht bekannt geworden, was betreffs des schwefelsauren Kalis selbstverständlich nur von dem reinen Salze gelten kann. Wäre Mayers Ausspruch in Bezug auf das schwefelsaure Ammoniak richtig, welches in den letzten Jahren mehr und mehr für sich Verwendung findet, so müßte dasselbe auch für das Ammoniak-Superphosphat gelten.

Doch nicht mehr hiervon.

Chlorkalium und schwefelsaures Kali, sowie alle Staßfurter Salze überhaupt, sind nach Mayer physiologisch saure Salze und die Wirkung derselben ist somit deshalb nicht eine günstige, resp. nicht immer eine günstige, weil sie die normale Constitution der Ackererde verändern. Es muß dies doch wohl dahin gedeutet werden, daß diese Salze die Reaction des Bodens zu einer sauren machen. Ich kann daher nicht umhin, zu untersuchen, wie weit wohl diese ihre Wirkung zu gehen im Stande ist, was, wie ich glaube, wohl am besten dadurch zu beantworten ist, daß durch Rechnung festgestellt wird, wie viel der betreffenden Salze auf eine bestimmte Bodenmenge bei der Düngung kommt?

Der Hectar enthält bei 1/4 Meter Tiefe 2500 Cubikmeter; ein Cubikmeter Erde = 5000 ℔ (spec. Gewicht der Erde = 2,5), somit ist das Gewicht der Erde eines Hectars bei 1/4 Meter Tiefe = 12500000 ℔. Werden nun auf die Fläche eines Hectars 5 Ctr. irgend eines Kalisalzes gebracht, so kommen 1 Ctr. auf 500 Cubikmeter, 1 ℔ auf 5 Cubikmeter, 100 Gramm auf 1 Cubikmeter = 5000 ℔, somit 1 Gramm auf 50 ℔ = 25000 Gramm. Angenommen zunächst, daß das betreffende Kalisalz voll in der 1/4 Meter tiefen Ackerkrume verbliebe, so ist doch wohl sehr schwer annehmbar, daß 1 Gramm Kalisalz auf 25000 Gramm Erde eine saure Reaction auszuüben oder überhaupt die normale Constitution der Ackererde zu verändern im Stande sein sollte. Wenn auch die lebende Pflanze das feinfühligste Reagens darstellt, so ist doch wohl für die meisten Böden hierdurch die nachtheilige oder nicht entsprechende Wirkung der Kalisalze schwerlich zu erklären. Thatsache ist ja aber, daß die Salze nicht insgesammt lange in der 1/4 Meter tiefen Krume verbleiben, sondern ein Theil in die tieferen Schichten wandert, so daß nur eine Zeit lang nach der Düngung 1 Gramm Kalisalz auf 25000 Gramm Erde kommen werden.

Durch Mayer's Hypothese werden ferner auch, um dies nur noch anzuführen, Chlorkalium und schwefelsaures Kali voll gleichgestellt, obgleich doch durch zahlreiche Versuche festgestellt ist, daß gerade für die Pflanzen, welche besonders eine Zufuhr von Kali zum Boden nothwendig haben, das schwefelsaure Kali die geeignetste Form der Kalidüngung ist und das Chlorkalium für diese Pflanzen diesem Salze nicht gleichwerthig ist.

Da Mayer die sämmtlichen Staßfurter Salze als nicht geeignet oder wenigstens nicht voll geeignet in Folge seiner Hypothese verwirft, so kommt er logisch weiter zur Beantwortung der Frage, in welcher Form denn das Kali anzuwenden sei.

Es werden hierbei die Verbindungen des Kali mit Kohlensäure, Kieselsäure, den Humussäuren und Salpetersäure besprochen. Nachdem das kohlensaure Kali bereits aus theoretischen Gründen als die nicht für alle Böden passende Form der Kalidüngung bezeichnet ist, ergiebt dann auch die Besprechung der bekannt gewordenen Düngungsversuche kein entscheidendes Resultat für dasselbe, ja Mayer selbst bezeichnet dies Düngemittel als ein höchst launenhaft wirkendes. Von den kieselsauren Verbindungen glaubt Mayer nach den Resultaten eigener und der anderer Forscher, sowie aus theoretischen Deductionen absehen zu müssen. Es bleiben daher nur noch die

humussauren Verbindungen des Kalis und das salpetersaure Kali. Da über die düngende Wirkung der humussauren Verbindungen Versuchs-Resultate nicht vorlagen, so stellte Mayer selbst einige an. Seine mit Zuckerrüben und Kartoffeln erhaltenen Resultate, bei welchen er das Kali als sog. Kalitorf verwendete, haben im Vergleich zu Chlorkalium keine gerade sehr ermuthigenden Resultate ergeben. Was schließlich das salpetersaure Kali anbetrifft, so bot die Literatur Mayer wenig Material für die Beweisführung dar und er selbst meint, daß, wenn auch die glänzenden (?) Erfolge desselben bekannt genug sind, doch die Kostbarkeit desselben von der weiteren Verbreitung dieses Düngemittels abhalten wird.

So geistreich durchdacht und durchgeführt die Hypothese Mayer's nach den verschiedenen Richtungen auch ist, so stehen wir doch durch dieselbe vor einem recht schlimmen Dilemma: Die bis jetzt vor allem angewandten Kaliverbindungen, das schwefelsaure Kali und das Chlorkalium sind physiologisch saure Salze und daher nicht voll für die Zufuhr des Kalis zum Boden geeignet. Die physiologisch neutral resp. alkalisch wirkenden Kalidünger haben sich entweder bei den angestellten Versuchen nicht ganz bewährt, oder lassen sich in der gewünschten Form schwer darstellen oder sind endlich zu hoch im Preise und deshalb nicht allgemein anwendbar.

Kapitel V.

Abfälle von technischen Gewerben.

§ 313.

Vorbemerkung.

Beim Compost sind bereits verschiedene Abfälle von Pflanzen und Thieren in ihrer Verwendung zur Düngung besprochen worden. Hier sollen nun diejenigen hierher gehörigen Stoffe, soweit sie dort noch nicht betrachtet sind, in ihrer Beschaffenheit Zusammensetzung u. s. w. abgehandelt werden.

Es giebt eine nicht unbedeutende Anzahl von Abfällen aus technischen Gewerben, welche oft in ihrem Dungwerthe ziemlich hoch stehen und welche, wenn sie für die Düngung nicht verwendet, sondern auf die eine oder andere Art entfernt werden, häufig nachtheilige Folgen für die Bewohner der betreffenden Gegenden haben: sie tragen durch ihre Zersetzungs-Producte zur Verpestung der Luft und Vergiftung der Brunnen ꝛc. bei.

Deshalb ist es dringend zu wünschen, daß alle derartigen Abfälle der Landwirthschaft, soweit es irgend thunlich ist, nutzbar gemacht werden. Diese Stoffe stehen vielfach nicht jedem Landwirthe zu Gebote, sondern meistens nur denjenigen, welche in Fabrikgegenden oder in der Nähe großer Städte wohnen, da ihre Form, wenn sich die Industrie derselben zur Verarbeitung für die Landwirthschaft nicht bemächtigt hat, einen weiten Transport verbietet.

Diese Abfälle rühren entweder von der Verarbeitung pflanzlicher oder thierischer Stoffe her; im Folgenden sollen dieselben nach ihrer Abstammung kurz besprochen werden.

A. Pflanzliche Abfälle.

1. Die Produkte der Oelfabriken.

a. Die Oelkuchen.

§ 314.

1. In welchen Fällen finden die Oelkuchen rationell ihre Verwendung zur Düngung?

Die Oelkuchen sind bekanntlich ein ganz vorzügliches Futter und werden daher in der Regel und zwar mit Recht nicht direct zur Düngung angewendet. Ihre Verwerthung durch den thierischen Körper, wodurch ja der Acker indirect auch seinen Theil erhält, ist eine entschieden höhere, als durch die Düngung. Die Raps- und Leinkuchen haben durchschnittlich circa 5 % Stickstoff mit 7 % Asche und in dieser circa 22 % Kali und 32 % Phosphorsäure, somit enthalten 100 ℔ derselben 5 ℔ Stickstoff, 1,5 ℔ Kali und 2,2 ℔ Phosphorsäure. — Die stickstofffreien Stoffe haben für die Düngung keinen Werth; das Fett wirkt im Gegentheil noch schädlich. — Vergleichen wir die Oelkuchen mit Peruguano, so sehen wir, daß in 1 Ctr. des letzteren circa ½mal so viel Stickstoff, mehr als 6mal so viel Phosphorsäure und ebenfalls mehr Kali als in 1 Ctr. des ersteren enthalten ist. Hiernach müßte also der Preis der Oelkuchen ein wesentlich niedriger gegenüber dem des Peruguano sein, wenn die Anwendung derselben als Dünger pecuniär gerechtfertigt sein sollte. Daß dies aber der Fall nicht ist, weiß jeder Landwirth. Aus diesen Gründen kann es nicht rationell sein, gute Oelkuchen zur Düngung anzuwenden. Der Stickstoffgehalt von ausländischen Oelkuchen ist ein höherer, dem entsprechend im Allgemeinen aber auch der Preis. Es kommen dagegen andererseits öfters Fälle vor, wo die Oelkuchen aus verschiedenen Gründen sich nicht mehr zur Fütterung eignen; unter solchen Umständen ist ihre Verwendung zur Düngung sehr rathsam.

§ 315.

2. Zusammensetzung der Oelkuchen.

Es giebt je nach den verschiedenen ölhaltigen Samen, welche zur Oeldarstellung benutzt werden, verschiedene Arten von Oelkuchen, welche in der Zusammensetzung verschieden sind. Wir haben so zu unterscheiden:

Rapskuchen,
Leinkuchen,
Palmkernkuchen,
Palmkernmehl,
Erdnußkuchen,
Baumwollsaatkuchen aus geschälter Saat,
Baumwollsaatkuchen aus ungeschälter Saat,
Mohnkuchen,
Sesamkuchen,
Cocoskuchen,
Candlenutskuchen,
Mandelkuchen,
Olivenpreßkuchen
Cacaokuchen,
Leindotterkuchen,
Hanfsamenkuchen,
Oelkuchen aus Maiskeimen.

Auf der folgenden Tabelle stelle ich einige Analysen dieser verschiedenen Oelkuchen zusammen, um durch diese ihre Zusammensetzung, sowie Verschiedenheit unter einander zu characterisiren.

Namen der Oelkuchen	Wasser	Stickstoff-haltige Nährstoffe	Fett	Stickstofffreie Nährstoffe	Asche	Sand	Stickstoff	Namen der Analytiker
Rapskuchen, dänische	8,81	33,27	10,82	40,65	6,45	—	5,29	Anderson.
" hamburger	9,08	35,60	10,96	37,41	6,95	—	5,66	ders.
" Mittel aus 44 Analysen	11,34	31,59	9,66	40,36	7,05	—	5,05	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
" Mittel von 4 Analysen d. J. 1884	10,74	34,80	6,81	39,02	7,17	1,46	5,57	Pommritzer Laboratorium.
" Mittel aus 10 Analysen d. J. 1885	9,90	32,39	8,29	40,71	7,32	1,38	5,18	dass.
Mittel:	9,97	33,58	9,31	39,63	6,99	0,57	5,35	
Leinkuchen, Mittel aus 64 Analysen	12,19	29,48	9,88	39,60	8,85	—	4,72	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
" Mittel aus 2 Analysen d. J. 1884	9,04	35,97	11,47	37,72	4,74	1,07	5,76	Pommritzer Laboratorium.
" Mittel aus 2 Analysen d. J. 1886	10,48	29,67	9,65	42,[illegible]0	5,45	1,97	4,75	dass.
Mittel:	10,57	31,76	10,33	40,04	6,15	0,69	5,08	
Palmkernkuchen, Mittel aus 28 Analysen	10,58	16,89	11,99	56,35	4,24	—	2,70	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
" Mittel aus 6 Analysen	10,43	17,15	8,72	58,97	5,28	0,85	2,74	Pommritzer Laboratorium.
Mittel:	10,51	17,04	10,36	57,66	4,76	0,43	2,72	
Palmkernmehl, Mittel aus 17 Analysen	10,47	18,43	3,22	63,89	3,99	—	2,95	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
Erdnußkuchen, Mittel aus 8 Analysen	10,64	44,35	5,66	33,71	5,64	—	7,10	dies.
" Mittel aus 13 Analysen d. J. 1881	10,45	46,93	7,13	30,16	4,00	1,72	7,51	Pommritzer Laboratorium.
" Mittel aus 7 Analysen d. J. 1882	9,87	48,45	7,14	29,11	4,09	1,03	7,75	dass.
" Mittel aus 14 Analysen d. J. 1883	9,79	46,26	6,89	30,98	4,77	1,28	7,40	dass.
" Mittel aus 10 Analysen d. J. 1884	9,76	45,11	7,43	31,37	4,64	1,42	7,20	dass.
" Mittel aus 5 Analysen d. J. 1885	10,66	45,20	7,74	30,53	4,81	1,57	7,23	dass.
Mittel:	10,20	46,05	7,00	30,98	4,58	1,17	7,37	

Namen der Oelkuchen	Wasser	Stickstoff-haltige Nährstoffe	Fett	Stickstofffreie Nährstoffe	Asche	Sand	Stickstoff	Namen der Analytiker
Baumwollsaatkuchen, resp. Mehl, ohne Hülsen Mittel aus 3 Analysen	11,23	38,77	13,73	28,67	7,60	—	6,20	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
Baumwollsaatkuchen, geschält, Mittel aus 8 Analysen d. J. 1883	8,61	45,56	14,66	24,08	6,44	0,64	7,29	Pommritzer Laboratorium.
Baumwollsaatkuchen, Mittel aus 8 Analysen d. J. 1884	7,90	43,71	15,76	25,25	7,07	0,31	7,00	dass.
Mittel der Kuchen aus geschälter Saat	8,26	44,64	15,21	24,67	6,76	0,48	7,15	
Baumwollsaatkuchen, ungeschält, Mittel aus 2 Analysen	11,22	23,94	5,48	52,28	6,73	0,37	3,83	Pommritzer Laboratorium.
Mohnkuchen, Mittel aus 5 Analysen	11,45	31,91	8,17	37,42	11,05	—	5,11	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
Sesamkuchen, Mittel aus 10 Analysen	12,45	36,57	11,86	29,24	9,88	—	5,85	dies.
" Mittel aus 2 Analysen d. J. 1884	11,05	38,06	15,49	26,08	8,69	0,64	6,09	Pommritzer Laboratorium.
" Mittel aus 3 Analysen d. J. 1885	9,27	38,00	13,59	28,95	8,79	1,40	6,09	dass.
Mittel:	11,06	36,14	12,28	30,42	9,60	0,51	5,79	
Cocoskuchen, Mittel aus 7 Analysen	9,39	20,24	15,65	49,48	5,24	—	3,24	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
" 1884	10,83	20,63	11,88	49,83	6,08	0,75	3,30	Pommritzer Laborator.
Mittel:	10,11	20,44	13,77	49,66	5,66	0,38	3,27	
Candlenutskuchen, Mittel aus 4 Analysen	7,22	54,38	9,15	20,19	9,06	—	8,70	König's und Dietrich's Zusammenstellung.
Mandelkuchen, Mittel aus 4 Analysen	9,69	41,28	15,15	29,57	4,31	—	6,60	dies.
Olivenpreßkuchen, Mittel aus 3 Analysen	13,76	6,02	13,16	60,30	6,76	—	0,96	dies.
Cacaokuchen, Mittel aus 2 Analysen	11,19	17,83	12,17	51,18	7,63	—	2,85	dies.
Leindotterkuchen, Mittel aus 4 Analysen	11,77	33,10	9,21	39,24	6,68	—	5,30	dies.
Hanfsamenkuchen, Mittel aus 3 Analysen	9,91	29,84	6,48	45,96	7,81	—	4,77	dies.
Oelkuchen aus Maiskeimen Mittel aus 4 Anal.	10,75	13,49	10,81	58,80	6,15	—	2,16	dies.

Was die Zusammensetzung der Aschen der verschiedenen Oelkuchen anbetrifft, so liegen bis jetzt nur von einigen derselben specielle Analysen vor, welche in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

	Rapskuchen, Analyse von Eggar	Leinkuchen (nordamerikanische), Analyse von Ward	Leinkuchen (russische), Analyse von Ward	Baumwollenkuchen (dicke entschälte K.) Völcker	Baumwollsaatkuchen enthülst Gardner	Candlenutskuchen Dietrich	Olivenölkuchen A. Petermann	Rapskuchen E. Güntz-Pommritz	Leinkuchen E. Güntz-Pommritz
Kali	22,39	24,32	22,90	39,05	39,05	22,30	28,25	22,63	26,22
Natron	0,25	1,48	1,23	—	—	0,33	6,89	0,64	1,27
Kalkerde	8,81	9,04	7,52	3,75	3,75	5,29	21,83	12,52	8,67
Magnesia	15,07	15,33	15,43	13,50	13,50	17,21	1,07	11,40	16,28
Eisenoxyd	4,60	2,64	1,60	1,53	1,53	2,50	7,82	4,17	1,69
Phosphorsäure	33,41	32,70	25,52	36,64	39,45	51,06	8,80	36,11	38,69
Schwefelsäure	1,65	2,38	1,63	0,93	0,93	0,34	4,15	9,47	5,07
Chlor	0,37	0,64	0,26	—	—	1,03	0,83	0,16	0,42
Kohlensäure	—	2,15	0,26	0,36	—	—	—	0,32	0,20
Kieselsäure und Sand	13,35	9,08	14,41	17,71	17,71	—	—	—	—
Lösliche Kieselsäure	?	?	?	3,25	3,25	0,15	20,35	2,41	2,11
Aschen-Produkte der trocknen Kuchen	6,13	6,16	6,81	7,26	8,02	8,50	3,22	6,23	4,73

§ 316.

3. Düngungsversuche mit Oelkuchen.

Wie aus der Zusammensetzung der Oelkuchen hervorgeht, ist der Dungwerth derselben ein durchaus hoher. Die Bestätigung dieses Ausspruchs geben die folgenden Versuche.

α. Versuch von Stöckhardt.

Versuchspflanze war Hafer; die anderen Angaben enthält die folgende Tabelle:

Düngemittel.	Menge desselben pro Hectar Kilogr.	Ertrag an Körnern, pro ha. Kilogr.	Ertrag an Stroh u. Spreu pro ha. Kilogr.
Ungedüngt	—	928	1213
Knochenmehl	400	1127	1390
Knochenmehl und Schwefelsäure . . .	400 200	1249	1757
Rapskuchen	400	1872	2387

β. Versuch von Beck.

Dieser Versuch ist mit verschiedenen Oelkuchen ausgeführt und zeigt somit die Verschiedenartigkeit dee Wirkung der einzelnen. Ferner erstreckt sich derselbe auf zwei Jahre, so daß wir zugleich die Nachwirkung der Oelkuchen sehen können. Im ersten Jahre war Weizen und im zweiten Jahre Hafer Versuchspflanze. Bei der Ernte ist nur der Ertrag an Körnern angegeben; die Ergebnisse derselben zeigt die folgende Tabelle.

Art der Düngung	Menge derselben pro Hectare Kilogr.	Weizen pro Hectare Kilogr.	Hafer pro Hectare Kilogr.	Summa
Ungedüngt	—	667	611	1278
Oelkuchen von Madia . .	750	1294	644	1938
„ „ Baumwollensamen	750	1001	940	1940
Oelkuchen von Leinsamen .	750	1320	987	2307
„ „ Rapssamen .	750	1178	1128	2306
„ „ Sesamsamen	750	1394	1067	2461
Stallmist	38750	1078	1316	2394
Guano	750	1914	1119	3033

c. Versuche von v. Gohren.

Die Aufgabe dieser Versuche war die Nachwirkung mehrerer Dungstoffe im zweiten Jahr ihrer Anwendung bei Zuckerrüben zu zeigen. Die Versuchs-Parcellen, 200 Quadratfuß groß, wurden 1860 und 1861 am 11. Mai angebaut; am 22. Mai waren die Samen auf allen Stücken aufgegangen. Die Rüben wurden während der Vegetationszeit dreimal behackt; die Ernte geschah am 1. October. Von den Versuchen benutze ich hier die mit Oelkuchen, Peruguano und ungedüngt angestellten:

Düngung pro Parcelle ℔	Gewicht der Rüben 1860 ℔	 1861 ℔	Gewicht der Blätter 1860 ℔	 1861 ℔
1/2 Peruguano	140	112	45	30
1 "	160	108	50	22
1 1/2 "	125	93	55	29
1 1/2 " auf 2mal untergebracht .	135	93	65	20
1 1/2 " " 3 " " .	175	111	65	33
2 Peruguano	169	135	50	34
2 Oelkuchen	176	107	75	30
4 "	124	97	58	27
6 "	146	97	50	30
6 " auf 2mal untergebracht. .	155	71	75	27
6 " " 3 " " . .	135	105	60	35
8 "	123	103	79	28
Ungedüngt	125	70	45	31
"	101	82	57	26
"	140	91	40	23
"	125	102	50	33
"	126	97	50	23

Die Witterungsverhältnisse von 1871 waren ungünstig, so daß diesen nach v. Gohren zum größten Theile die geringere Ernte zuzuschreiben ist.

Die Versuchs-Parcellen sind leider zu klein gewählt, als daß aus den Versuchs-Ergebnissen irgend wie sichere Schlüsse gezogen werden können; die Schwankungen auf den nicht gedüngten Stücken sind fast ebenso groß, als die auf den gedüngten. Dieser Versuch ist vor Allem hier aufgeführt, um das Mißliche der Benutzung zu kleiner Flächen zu Düngungs-Versuchen zu zeigen.

Diese wenigen Versuche zeigen uns die vorzügliche Wirkung der Oelkuchen als Dungmittel. Der Versuch von Beck bestätigt zugleich das, was wir theoretisch aus der Zusammensetzung der Oelkuchen im Vergleich zum Peruguano geschlossen haben. Während die Oelkuchen je nach ihrer Zusammensetzung ein Mehr über ungedüngt von 660 bis 1183 hervorgebracht haben, erzielte dieser ein Plus von 1555 Kilogr.

In Betreff der Anwendung der Oelkuchen hat die Erfahrung gelehrt, daß dieselben nicht mit dem Samen gleichzeitig auf den Acker gebracht werden dürfen, da dadurch vielfach die Keimkraft derselben getödtet wird. Diese Wirkung der Oelkuchen findet meiner Ansicht nach darin ihre Erklärung, daß durch die Fäulniß derselben, welche unter günstigen Bedingungen bekanntlich sehr schnell vor sich geht, sich bald eine bedeutende Menge Ammoniak bildet und dieses auf die Samen, resp. jungen Pflanzen wegen der ihnen so gebotenen zu reichlichen Stickstoffnahrung, sowie durch die directen Einflüsse seiner Alkalität schädlich wirkt. Die Ursache der nachtheiligen Wirkung der Oelkuchen auf den Samen hat man auch in dem Oelgehalte derselben zu finden geglaubt. Das Oel soll hiernach die Samen in der Art einhüllen, daß der zum Keimen so nothwendige Sauerstoff zu denselben nicht gelangen könne; da, wo dies der Fall, wird so natürlich das Keimen unmöglich gemacht. Da der Oelgehalt durchschnittlich ca. 10% beträgt, so würde bei Anwendung von 8 Ctr. der Morgen 80 ℔ Oel erhalten; denken wir uns diese im Acker vertheilt, so kommen bei einer Tiefe von 1' auf den Kubikfuß, d. h. 82,3 ℔ noch nicht 2 Grm. Oel. Es erhellt hieraus, daß bei guter Vertheilung der Oelkuchen im Boden der durch den Oelgehalt verursachte schädliche Einfluß derselben nicht bedeutend sein kann.

Die Stärke der Düngung beträgt 2—6 Ctr. pr. Morgen. Die Oelkuchen werden entweder zerrieben und als jeder andere Streudünger auf das Feld gebracht, oder man läßt dieselben eine Zeit lang mit Jauche maceriren und vertheilt die Flüssigkeit dann auf dem Acker, oder man mengt die zerkleinerten Kuchen mit Erde, unterwirft sie einer angehenden Fäulniß, wobei natürlich einem Stickstoffverluste durch Verpflüchtigung von Ammoniak vorgebeugt werden muß, und wendet dann diese Masse als Dünger an. Bei den beiden letzten Verfahren ist die Wirkung der Oelkuchen, abgesehen von der Bereicherung derselben durch die zugefügten Stoffe, in der Zeit wesentlich beschleunigt und daher schon aus diesem Grunde diese Art der Anwendung vorzuziehen. Da hierdurch auch die schädliche Wirkung, welche die Oelkuchen bei ihrer schnellen Zersetzung durch die Entwickelung von Ammoniak ausüben, verhindert wird, so spricht auch dies für die Anwendung derselben nach vorhergegangener Maceration mit Jauche oder nach vorhergegangener Zersetzung im Verein mit Erde, wobei ich für die meisten Fälle dem letzteren den Vorzug geben möchte.

§ 317.

b. Schlamm aus Oelraffinerien.

Die durch Auspressen (Ausschlagen) oder durch Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff rc. aus den Oelsamen erhaltenen fetten Oele haben einerseits stets mehr oder weniger lösliche Stoffe des Samens aufgelöst, andererseits befinden sich andere Stoffe desselben im feinvertheilten Zustande in demselben schwimmend. Diese für das Oel fremdartigen Stoffe beeinträchtigen die Brauchbarkeit der Oele als Leucht-Materialien, indem sie ein Kohlen derselben mit den nachtheiligen Folgen dieses, sowie auch häufig einen üblen Geruch veranlassen. Aus diesen Gründen wird das Oel einem Reinigungs-Prozesse (Raffiniren des Oels) unterworfen.

Das zum Raffiniren beste Mittel ist die concentrirte Schwefelsäure, welche die Eigenschaft hat, die meisten organischen Körper zu verkohlen; zu diesen gehören auch die fremdartigen Stoffe in den Oelen, während das Oel selbst keine Veränderung erleidet. Man setzt die Schwefelsäure (1—1 1/2 %) dem Oel zu, diese verkohlt die oben genannten Stoffe, welche sich bald in Flocken ausscheiden und zu Boden fallen, darauf wird das Oel abgezapft und zur Entfernung der Schwefelsäure entweder für sich mit warmem Wasser behandelt oder mit solchem, welchem etwas Kalkbrei zugesetzt ist; letzterer ist jedoch nicht sehr zu empfehlen.

Beim Raffiniren des Oels erhält man sonach den Bodensatz und ferner schwefelsäurehaltiges Wasser, welche beide zur Düngung verwendet zu werden verdienen.

Die Beschaffenheit des Bodensatzes zeigt die folgende Analyse:

Fettes Oel	23,5
Schwefelsäure	27,7
Phosphorsäure	3,6
Organ. kohlige Masse	23,8
Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde, Alkalien, Kieselsäure	9,4
Wasser	12,0
	100,00
Stickstoff	0,66 %

Wir sehen somit, daß sich dieser Bodensatz vor allem durch seinen Gehalt an Phosphorsäure und an stickstoffhaltigen Substanzen auszeichnet. Direct wird sich indeß dieser Bodensatz zur

Düngung wegen seines Gehaltes an Oel und freier Schwefelsäure nicht gut eignen, sondern am besten zunächst im Composthaufen seinen Platz finden.

Das schwefelsäurehaltige Wasser wird vortheilhaft zur Bindung des Ammoniaks in den Jauchengruben benutzt.

§ 318.

c. **Schwarzes Preßwasser, Abfall von der Olivenölfabrikation.**

Die Oelhefen und das schwarze Wasser, welche mit dem Oel ablaufen, sind schon seit lange als gute Düngemittel für die Oelbäume bezeichnet, weshalb den Besitzern von Oelpressen die Anlegung und Erweiterung der gemauerten Gruben, sogenannte Inferni, in denen sich Preßwasser und Oelhefen sammeln, anempfohlen wurde. Die Massen sollen in den Gruben faulen und so ein gutes Dünger-Material werden.

F. Sestini und G. Del Torre haben die folgenden Analysen von 4 Mustern des schwarzen Preßwassers ausgeführt.

	I.	II.	III.	IV.
Nöthiger Kalk, um die Säure zu neutralisiren	3,41	5,32	8,30	4,38
Organische Stoffe	28,25	8,54	44,00	18,40
Stickstoff	nicht bestimmt		0,248	0,118
Mineralstoffe	13,05	25,00	11,40	4,96
Alkalische Salze	9,57	15,77	nicht bestimmt	

Zu den Analysen wird noch bemerkt, daß das Preßwasser in der Form von flüssigem Dünger von bemerkenswerther Wirkung sein müßte. Wegen des Säuregehaltes ist dasselbe aber als solches nicht anwendbar, weshalb es am besten vorher mit Kalk neutralisirt wird, wobei die Menge des zu verwendenden Kalkes durch einfache Probe festzustellen sein wird. Nach der Bindung der Säure wird dieses Düngemittel zu jeder Jahreszeit dem Boden einverleibt werden können und sicherlich ohne nachtheilige Folgen für die Vegetation sein.

Empfehlenswerth ist, dies Preßwasser in den Behältern mit Kalk zu neutralisiren, um es dadurch zugleich vor der faulen Gährung zu bewahren.

Sehr rathsam würde schließlich die Verwendung zur Compostbereitung sein, wodurch, wenn diese mit Blättern, Stroh ꝛc. erfolgt, eine vorzügliche Düngemasse für die Olivenpflanzungen erhalten werden würde.

§ 319.

2. Abfälle der Brauerei.

1. Die Malzkeime oder der Malzkehricht.

Unter Malzkeimen oder Malzkehricht versteht man die nach dem Trocknen von der gekeimten Gerste durch Treten oder

durch Maschinen getrennten Keime, deren Menge $2^1/_2$—$3^0/_0$ der Gerste ausmacht.

Die Malzkeime sind ein ausgezeichnetes Futter, wenn sie gesund, rein und von schön hellgelber Farbe sind. Da diese Bedingungen aber nicht immer erfüllt werden, so verbleibt dann ihre Verwendung zur Düngung.

Die folgenden Analysen mögen zur Charakterisirung der Malzkeime dienen.

	I. Hensington	II. Anderson	III. Stein	IV. Mittel v. 10 Analysen, König und Dietrich's Zusammenstellung
Wasser	16,50	11,51	—	10,06
Stickstoffhaltige Substanz	25,25	11,49	30,61	24,18
Stickstofffreie Stoffe . .	52,47	73,33	35,69	58,54
Asche	5,78	2,67	9,25	7,19
Stickstoff	$4,04^0/_0$	$1,83^0/_0$	$4,90^0/_0$	$3,87^0/_0$

Die Asche in 100 Theilen:

	H. Scheven	J. C. Lermer: ungarische Malzkeime	J. C. Lermer: niederösterreichische Malzkeime
Eisenoxyd	0,71	1,72	2,25
Kalkerde	1,47	4,33	2,75
Magnesia	1,42	3,73	3,14
Kali	34,89	22,53	35,02
Natron.	—	3,44	1,86
Phosphorsäure	21,02	29,21	30,64
Schwefelsäure	6,30	2,48	3,33
Chlor	6,00	6,82	8,00
Kieselsäure	29,47	24,43	12,30
Reinasche.	$7,69^0/_0$	$7,74^0/_0$	$6,66^0/_0$

Diese Analysen zeigen den Dungwerth der Malzkeime. Die beste Art der Verwendung der Malzkeime zur Düngung wird ebenfalls die zur Compostbereitung sein. Bei der directen Anwendung zur Düngung benutzt man pr. Morgen 5—8 Ctr. welche entweder zur Ueberdüngung verwendet oder mit den Samen untergeegt werden.

2. Wasser der Malzfabrikation.

Die Beschaffenheit dieses Wassers hängt natürlich von der Beschaffenheit des benutzten Wassers und von der Dauer der Einwirkung desselben ab. Die folgende Analyse von M. C. de Leeuw mag ein Bild von der Zusammensetzung dieses Wassers geben

In 1000 Theilen waren enthalten:

Organische Substanzen	5,6
Eisenoxyd	Spuren
Kalkerde	0,12
Magnesia	0,16
Kali	1,93
Natron	0,47
Phosphorsäure	0,31
Schwefelsäure	0,07
Chlor, Kieselsäure, Sand	2,12
Gesammttrockensubstanz:	10,78
Stickstoff	0,33

Daß das Wasser der Malzfabrikation für die Compostbereitung oder Düngung der Wiesen von Werth ist, zeigen die obigen Zahlen; irgend wie größere Transportkosten verträgt es aber nicht.

§ 320.

3. Rückstände der Stärke-, Zucker- und Weinbereitung.

a. Rückstände der Stärkebereitung.

Das Stärkemehl wird entweder aus Kartoffeln oder Weizen (Roggen) Reis, Mais u. s. w. dargestellt. Das Verfahren der Bereitung ist bei den Kartoffeln und beim Weizen ein verschiedenes. Bei der Gewinnung der Stärke aus den Kartoffeln durch Zerreiben derselben und Auswaschen des Breies bleibt ein Rückstand, welcher aus Cellulose, Stärke, Proteinstoffen und Asche besteht und welcher sowohl mittleren Futter- als Dungwerth hat. Dieser Rückstand ist aber nicht lange ohne Zersetzung, wodurch er als Futter unbrauchbar wird, aufzubewahren und somit tritt häufig die Nothwendigkeit der Verwendung desselben direct zur Düngung auf

Die folgenden Analysen zeigen die Zusammensetzung und somit den Dungwerth dieses Rückstandes, Kartoffelschlempe, Kartoffelfaser auch Kartoffelpülpe genannt; siehe Tabelle pag. 711.

Die Asche der Kartoffelfaser besteht nach Analyse von Brunner-Pommritz aus:

Eisenoxyd	1,55
Kalkerde	4,23
Magnesia	2,30
Kali	38,88
Natron	13,30
Phosphorsäure	8,02
Schwefelsäure	11,30
Kohlensäure	5,30
Kieselsäure	4,36
Chlor	0,33
Sand	10,43
	100,00

	Reichardt	Keßler	Keßler	1879 Fr. Voigt Pommritz (1)	1870 L. Brunner Pommritz (1)	1879 Fr. Voigt Pommritz (1)
Wasser . . .	88,5	88,7	82,1	84,74	85,22	94,49
Rohprotein .	1,2	0,7	1,1	1,14	0 95	0,57
Aetherextract	9,0	6,8	10,1	0,06	0,10	0,02
Stärkemehl .				9,15	8,93	3,88
Extractivstoffe				3,53	2,93	
Rohfaser . .	0,6	3,4	6,2	1,16	1,43	0,68
Asche	0,7	0,4	0,5	0,17	0,35	0,30
Sand . . .	—	—	—	0,05	0,09	0,06
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) Aus der sächs. Oberlausitz.

Bei dem geringen Stickstoff- und Aschengehalte kann der Düngerwerth dieser Rückstände nicht als ein bedeutender bezeichnet werden. Bei der Verwendung zur Düngung sind die für die Fütterung werthvollen stickstofffreien Bestandtheile, welche die Hauptmenge der Trockensubstanz ausmachen, ohne oder höchstens von sehr geringem Werthe.

Spülwasser von der Stärkemehlbereitung.

Nach Brunner-Pommritz ist das Spülwasser folgendermaßen zusammengesetzt:

		in 10000 Theilen
Trockensubstanz	0,2763 %	27,63
Organische Substanz . .	0,1910 %	19,10
Asche	0,0853 %	8,53
Stickstoff	0,0183 %	1,83

Die Asche besteht aus:

Eisenoxyd	0,21
Kalkerde	2,15
Magnesia	4,14
Kali	54,31
Natron	3,98
Phosphorsäure . .	9,46
Schwefelsäure . .	9,44
Kohlensäure . . .	12,99
Kieselsäure. . . .	2,34
Chlor	0,23
Sand	0,46
	99,71

Dies Spülwasser ist bereits des hohen Kaligehaltes wegen zur Wiesendüngung von nicht unwesentlichem Werthe.

Der bei der Bereitung der Stärke aus Weizen resp. Roggen verbleibende Rückstand, aus Hülsen, Kleber und dem öligen Keime bestehend, wird in der Regel zur Fütterung und nicht zur Düngung verwendet.

Die Rückstände der Stärkemehlgewinnung aus Roggen bestehen nach Grouven aus:

Wasser	70,0
Fett	2,5
Proteinstoffe . .	6,1
Holzfaser	2,7
Stärke, Dextrin .	4,9
Asche	0,8
	100,00

Auch das zum Einquellen des Weizens, resp. Roggens behufs der Stärkemehlgewinnung benutzte Wasser ist noch von Werth, so daß seine locale Anwendung anzuempfehlen ist, wie folgende Analysen von R. Hoffmann zeigen:

	I.	II.
Wasser . . .	96,61	97,93
Organ. Stoffe	2,44	1,49
Asche	1,15	0,58
	100,00	100,00
Stickstoff . . .	0,75%	0,55%

§ 321.

b. Rückstände von der Zuckerfabrikation.

a. Preßlinge, Schnitzel.

Der bei dem Auspressen des Rübensaftes bleibende Rückstand — der Preßling — resp. die bei dem Diffusionsverfahren verbleibenden Schnitzel sind ein vorzügliches Futter; er enthält die Cellulose, Proteinstoffe, Zucker und die unlöslichen Aschenbestandtheile der Rüben (Phosphorsäure). Die Preßlinge resp. Schnitzel werden nur ausnahmsweise zur Düngung verwendet. Bei dem Verkaufe resp. Nichtbenutzung dieser Rückstände verliert das Gut nicht unwesentliche Mengen von Bodenstoffen, z. B. durch den Verkauf der Preßlinge resp. Schnitzel von 100 Ctr. Rüben 1,84 ℔ Phosphorsäure.

b. Der Scheideschlamm. — Das Schlammwasser.

Der durch Auspressen, Maceration, Diffusion u. s w. gewonnene Saft wird weiter zur Darstellung des Zuckers mit Kalk behandelt, um verschiedene in demselben enthaltene Stoffe von dem Zucker zu scheiden. Der nach der Behandlung mit Kalk verbleibende Rückstand heißt Scheideschlamm und besteht aus Verbindungen des Kalkes mit den organischen Säuren, Proteinsubstanzen, deren Zersetzungs-Produkten, Farbstoffen, und Pflanzenfett, feinen Fasern, phosphorsaurem Kalk, Magnesia,

Eisen, Mangan, thonigen und sandigen Beimengungen des Kalkes und ungelöstem, überschüssigem Kalk. Der Dungwerth dieses Scheideschlamms ist somit ein beträchtlicher und beruht vor Allem in seinem Gehalte an Stickstoff, Phosphorsäure und Kalk. In dem Scheideschlamm von 100 Ctr. Rüben sind ca. 11 ℔ Phosphorsäure enthalten. Ferner sind noch die Absätze aus den Schlammfängen ꝛc. als für die Düngung wichtig zu erwähnen.

Die folgenden Analysen zeigen die Beschaffenheit dieser Massen.

1. Scheideschlamm aus einer Fabrik mit Preßverfahren.
2. Scheideschlamm aus einer Fabrik mit Preßverfahren.
3. Scheideschlamm aus einer Fabrik mit Diffusionsverfahren.
4. Scheideschlamm aus einer Fabrik mit Diffusionsverfahren, spätere Probe.

} Von U. Kreußler.

5. Scheideschlamm aus der Zuckerfabrik Grobzig bei gewöhnlicher Scheidung nach gewöhnlicher Methode.
6. Scheideschlamm bei der Karbonation nach Pener-Possoz.
7. Scheideschlamm nach der Methode Frey-Jelinck, andere Fabrik.

} Von Eichtenstein.

8. Scheideschlamm aus der Oberlausitzer-Zuckerfabrik A. Schlimper-Pommritz.
9. Scheideschlamm aus der Oberlausitzer-Zuckerfabrik von A. Schlimper-Pommritz.
10. Scheideschlamm aus einer Fabrik mit Diffusionsverfahren, von Hempel und R. Alberti.

a. Scheideschlamm-Analysen.

Nr.	Wasser bei 130°	Wasser bei 100°	Organische Substanz	Stickstoff	Eisenoxyd und Thonerde	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kohlensäure	Chlor	Sand
1	55,27	—	21,67	0,77	?	12,57	?	0,23	?	1,49	?	0,77	?	?
2	51,17	—	17,47	0,59	?	15,83	?	0,16	?	1,11	?	3,82	?	?
3	39,71	—	9,29	0,15	?	26,02[1])	?	0,17	?	0,77	?	15,19	?	?
4	42,93	—	5,29	0,15	?	25,83	?	0,15	?	0,31	?	19,13	?	?
5	—	46,80	25,73	0,83	4,09	14,65[2])	1,22	0,46	?	1,28	1,28[5])	4,07	0,47[6])	?
6	—	43,60	19,84	0,66	3,00	19,97[3])	1,61	0,14	?	1,20	0,95[5])	9,02	0,66[6])	?
7	—	51,33	13,95	0,49	4,20	16,33[4])	0,91	0,20	?	1,23	0,86[5])	10,56	0,40[6])	?
8	—	40,00	9,44	0,17	0,35	27,62	0,93	0,13	0,18	1,14	0,28	18,76	Spur	1,18
9	—	38,57	9,94	0,22	1,23	28,73[7])	0,88	0,11	0,47	1,15	—	18,07	—	0,84
10	—	40,52	20,55	0,33	?	18,75	?	0,14	?	3,50	?	9,88	?	?

[1]) 34,52 kohlensauren Kalk und 7,64 Kalkhydrat. [2]) 9,25 kohlensauren Kalk. [3]) 20,50 kohlensauren Kalk. [4]) 24,06 kohlensauren Kalk. [5]) Gyps. [6]) Chloralkalien, [7]) davon 23,00 an Kohlensäure gebunden und 5,73 Aetzkalk.

b. Schlamm-Analysen.

1. Absätze aus den Schlammfängen der Zuckerfabrik Sullowitz. Es sind dies die Schmutzwässer der Rübenwässer, aus dem Spodiumhause und anderen Effluvien, durch Schlammfänge geleitet. Reaction der Masse schwach sauer; Wassergehalt bei der Ausfuhr 18%, von Breitenlohner.

2. u. 3. Schlammproben aus Sedimentärgruben der Zuckerfabrik zu Boßberg. In den Gruben wurden die Abgänge der Rübenwäsche, des Knochenhauses, der Abtritte 2c. gesammelt, von Th. Becker.

4., 5. u. 6. Schlamm, welcher bei dem Süvern'schen Verfahren der Desinfection der Zuckerfabrik-Schmutzwässer gewonnen wird. Fr. Stohmann.

7. Schlammerde von U. Kreußler.

Schlamm-Absätze der Zuckerfabr—ken.

	Wasser	Organische Substanz	Stickstoff	Eisenoxyd und Thonerde	Kalkerde	Magnesia	Kali	Natron	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Kohlensäure	Chlor	Sand	Kieselsäure
1	—	9,35	0,37	9,73	7,30	1,28	0,79	0,14	0,34	0,33	3,65	—	66,17	1,04
2	2,77	7,96	0,31	2,59	1,05	0,30	0,09	0,06	0,43	0,04	0,55	0,01		0,01
3	3,54	9,38	0,38	2,33	1,40	0,16	0,06	0,09	0,68	0,21	0,17	0,02	?	0,01
4	56,98	?	0,12	2,64	6,23	?	0,23	?	0,37		7,38[1])		26,05	
5	55,15	?	0,16	2,40	9,17	?	0,21	?	0,18		8,44[1])		24,29	
6	75,69	?	0,09	1,37	6,56	?	0,06	?	0,20		5,39[1])		10,64	
7	24,10	3,78	0,17	?	0,73	?	0,18	?	0,09	?	0,26	?	?	?

[1]) Außerdem die organische Substanz, Magnesia und Natron.

Die beste Verwendung dieser Rückstände erfolgt zunächst zur Compostbereitung.

c. Melasse.

Die Melasse besteht zum bei weitem größten Theile aus organischen Stoffen — Zucker und dessen Zersetzungs-Producten und geringen Mengen stickstoffhaltiger Substanz — und aus Aschenbestandtheilen. Für die Düngung sind nur die stickstoffhaltige Substanz und die Asche von Werth, während der werthvolle Zucker, sowie dessen Zersetzungs-Produkte hierfür werthlos sind. Man müßte somit bei der Anwendung der Melasse als Dünger die bei weitem größte Menge der Bestandtheile derselben nutzlos opfern; aus diesem Grunde kann es sicherlich nicht rationell erscheinen, die Melasse direct zur Düngung anzuwenden. Die Melasse wird deshalb seit Jahren direct zur Düngung nicht benutzt. Auch zur Fütterung dient die Melasse selten. Ihre nächste Verwendung ist entweder die Verarbeitung auf Zucker nach dem Elutions- oder Osmose-Verfahren, oder die auf Spiritus.

100 Theile verarbeiteter Rüben liefern durchschnittlich 3 Theile Melasse, von welcher ca. die Hälfte Zucker ist, wie dies die folgenden Analysen darthuen, welche zugleich zur Charakterisirung der Melasse dienen mögen:

	von Stohmann:	Grouven:		E. Heiden:
Proteinstoffe	11,81	8,9	7,8	6,23
Stickstofffreie Stoffe	11,48	13,5	13,3	64,21 (Stickstofffreie Stoffe und Zucker zusammen)
Zucker	65,91	50,1	43,5	
Salpetersäure	0,23	—	—	—
Kohlensäurefreie Asche	10,57	10,8	10,9	9,88
Wasser	—	16,6	24,5	19,48
	100,00	100,0	100,0	100,00
Stickstoff:	2,01	1,42	1,25	0,984%

Die Asche besteht in 100 Theilen:

	nach Stohmann:	E. Heiden:	Brettschneider:
Kieselsäure	0,30	0,07	0,32
Eisenoxyd	0,20	0,04	0,08
Kalkerde	3,39	15,16	6,29
Magnesia	0,32	—	0,78
Kali	61,66 (Kali und Natron)	41,19 (Kali und Natron)	72,35
Natron			9,42
Phosphorsäure	0,17	—	0,75
Schwefelsäure	1,89	2,15	1,59
Chlor	7,69	10,42	10,85
Kohlensäure	26,11	30,84	—
	100,00	99,87	100,00

d. Die Rückstände von der Verarbeitung der Melasse zu Spiritus oder Zucker.

1. Die Melassenschlempe der Melassenbrennereien, welche wegen des hohen Salzgehaltes zur Fütterung nicht gut

verwendet werden kann, eignet sich wegen ihres hohen Kali-, sowie ihres Stickstoffgehaltes sehr gut zur Düngung.

Den Düngerwerth der Melassenschlempe zeigen die folgenden Analysen.

	R. Hoffmann.			Kreußler.
Wasser	90,22	92,11	—	89,15
Organische Stoffe	7,92	5,65	—	7,95
Mineralstoffe . . .	1,86	2,24	—	2,90
	100,00	100,00		100,00
Stickstoff: . .	0,335 %	0,473 %		0,57 %

Die Asche besteht in 100 Theilen aus:

	I.	II.	III.
Kali	57,00	78,64	66,90
Natron		10,41	?
Kalk u. Magnesia	0,55	1,26	—
Thonerde u. Eisenoxyd	3,83	1,06	?
Schwefelsäure . .	1,04	0,92	?
Phosphorsäure . .	0,04	0.09	0,69
Chlor	0,99	7,32	?
Kohlensäure . . .	36,50	—	—
Kieselsäure	—	0,31	—
	99,95	100,01	

Da die Melassenschlempe wegen des hohen Wassergehaltes keinen irgendwie weiten Transport verträgt, so hat sich Schoch ein Verfahren zur Eindickung und Concentrirung derselben patentiren lassen.

Nach F. Brockhoff hat die eingedickte Melassenschlempe im Mittel
bei 30 % Wasser
an Kali 7—9 %
und an Stickstoff 3—4 %

In dieser Form ist die Melassenschlempe eher transportfähig.

Von manchen Gütern wird dieselbe auch mit gutem Erfolge direct zur Düngung oder zur Compostirung benutzt.

Ferner wird die Melassenschlempe eingedampft und verkohlt resp. verascht.

2. Schlempekohle.

Die Beschaffenheit der Schlempekohle zeigen die folgenden Analysen von v. Gohren (I) und Grouven (II).

	I.	II.
Kohle	9,16	18,62
Sand	5,96	9,24
Eisenoxyd und Thonerde	1,47	—
Kalkerde	2,08	1,34
Magnesia	0,38	
Kali	33,03	2,22
Natron	4,03	0,44
Kieselsäure	0,65	
Phosphorsäure	Spur	1,14
Chlor	4,67	
Schwefelsäure	1,23	
Kohlensäure	19,96	
Verlust	0,76	
Wasser	17,70	56,07
Stickstoff	?	1,28%

Für die Schlempeasche giebt F. Coliot noch die folgenden Analysen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kohlens. Kali	51,22	41,02	43,40	41,22	22,14	26,70	11,70
Chlorkalium	6,69	14,64	20,22	20,10	19,90	15,25	19,40
Schwefels. Kali	8,10	10,35	4,81	13,40	15,01	17,42	15,22

Die Zusammensetzung der Schlempeasche ist abhängig von dem Boden, auf dem die Zuckerrüben gewachsen, sowie von der Art der Behandlung derselben.

3. Schlempekohleschlamm.

Bei der Verarbeitung der Schlempekohle auf Pottasche verbleibt ein Schlamm, dessen Beschaffenheit nach dem Grade der Auslaugung verschieden ist und welchen A. Petermann mit den folgenden Resultaten untersucht hat:

	I.	II.
Wasser	35,05	30,77
Kohle	13,69	8,96
Eisenoxyd	5,02	18,26
Kalk	12,34	7,93
Magnesia	0,27	0,92
Kali	3,55	Spuren
Natron	2,73	(Spuren)
Phosphorsäure	1,69	1,48
Schwefelsäure	0,62	Spuren
Chlor	0,27	(Spuren)
Kohlensäure	9,79	6,35
Lösliche Kieselsäure	0,58	0,55
Sand	13,92	23,59
	99,52	98,81

Nr. II ist, wie die Analysen zeigen, weit mehr als I ausgelaugt, so daß dessen Düngerwerth, der überhaupt gering ist, nur in seinem Kalkerde- und Phosphorsäuregehalte besteht. I ist durch den höheren Kalkgehalt und

den an Kali werthvoller, aber auch dieser verträgt wegen der bedeutenden in demselben befindlichen Menge werthloser Substanzen keinen größeren Transport.

Für die Verwendung dieses Schlammes ist noch zu berücksichtigen, daß derselbe häufig neben geringen Mengen Stickstoff (Cyan) auch Schwefelverbindungen enthält, welche für das Pflanzenthum nachtheilig sind. Es empfiehlt sich daher, den Pottaschenschlamm vor der Verwendung der Luft zu exponiren, d. h. in Haufen längere Zeit liegen und umschaufeln zu lassen. Verwendung im Herbst zu Sommerfrüchten, wodurch die etwa vorhandenen Schwefelverbindungen Zeit zur Oxydation haben, ist ebenfalls zu empfehlen.

4. Osmose-Wasser.

F. Strohmer, welcher die nachstehende Analyse des Osmosewassers ausgeführt hat, giebt an, daß 100 Theile Melasse bei einfacher Osmose ca. 190 bis 210 Theile Osmosewasser von folgender Zusammensetzung geben:

Wasser	93,01
Zucker	1,95
Asche	1,40
Organ. fr. Stoffe .	3,64
	100,00

Stickstoff . .	0,26%
Kali . : .	0,66%
Phosphorsäure	0,017%

Je 1000 Doppel-Centner Melasse liefern hiernach ein Osmosewasser, in welchem

	4,9 Centner	Stickstoff
	12,5 „	Kali
und	0,4 „	Phosphorsäure

enthalten sind.

Strohmer schlägt zur Concentration des Osmosewassers vor, die Kohlenasche damit anzurühren, wie dies bereits in einer mährischen Fabrik geschehe.

Solche mit Osmosewasser behandelte Kohlenasche enthielt:

Wasser	1,34
Mineralstoffe	75,72
Unverbrauchte Kohle und Organische Substanz . .	22,94
	100,00

Stickstoff . .	0,61%
Kali . . .	1,96%
Phosphorsäure	1,20%

Die benutzte Kohle bestand aus:

Wasser	0,78
Mineralstoffe	88,64
Unverbrauchte Kohle 2c.	10,58
	100,00

Stickstoff . . 0,00%
Phosphorsäure 1,15 „
Kali . . . 1,58 „

Ferner liegen noch von H. Briem, der auch einen Düngungsversuch mit Osmosewasser gemacht hat, folgende Analysen von eingedicktem Osmosewasser vor:

	Niedrigste:	Mittel=:	Höchste Zahlen:
Trockensubstanz . .	16,50%	22,20%	29,70%
Zucker	4,40 „	6,55 „	9,09 „
Anderweitige organ. Stoffe	7,75 „	9,67 „	12,60 „
Unorgan. Stoffe . .	4,00 „	5,95 „	9,09 „

In 3 Proben mit 20,5 bis 21,3% Trockensubstanz und 3,3 bis 5,7% Asche fand Briem, 1,8 bis 2,4% Kali und 0,5 bis 0,6% Natron. Eine Probe enthielt 0,42% Stickstoff.

Um die düngende Wirkung des eingedickten Osmosewassers kennen zu lernen, stellte Briem auf 6 verschiedenen Feldern Düngungsversuche an, welche im Mittel das folgende Resultat ergaben;

	Mittleres Gewicht einer Rübe	Zucker (polarisirt)	Quotient	Auf 100 Zucker kommt Nichtzucker
Rüben ohne Osmosewasserdüngung	496	12,16	81,6	22,5
Rüben mit Osmosewasserdüngung . . .	865	10,28	75,6	32,3

Wir sehen hier eine wesentliche Vermehrung der Quantität aber gleichzeitig auch eine eben solche Verminderung der Qualität, woraus wohl hervorgeht, daß Osmosewasser allein zur Düngung der Zuckerrüben nicht empfohlen werden kann. Die Ursache dieser Erscheinung ist in dem Stickstoffreichthum des Osmosewassers zu suchen. Gleichzeitige Verwendung von löslicher Phosphorsäure, eventuell Kali würde gewiß in qualitativer Beziehung ein günstigeres Resultat ergeben haben.

Ueber die Stärke der Düngung liegt leider eine Angabe nicht vor.

Die folgenden Düngungsversuche mit Melasse und Melassenkohle dienen zur weiteren Begründung des oben über den Dungwerth der Melasse Gesagten.

Düngung (per Morgen berechnet)	Ertrag an Rüben pro Morgen
1. Versuche zu Döhlen.	
Ohne Düngung	127
Verkohlte Melasse von 300 ℔	141
300 ℔ Melasse	190
300 ℔ Melasse, 150 ℔ Kalk	181
Maximalertrag desselben Feldes durch Knochenmehl und schwefelsaures Ammoniak	238
2. Versuche zu Deuben.	
Ohne Düngung	157
Melasse verkohlt von 300 ℔	157
300 ℔ Melasse	184
300 ℔ Melasse, 150 ℔ Kalk	163
Maximalertrag desselben Feldes durch mit Ammoniak präparirten phosphorsauren Kalk	266
3. Versuche im Tharander Versuchsgarten.	
Ohne Düngung	79
Melasse, verkohlt von 300 ℔	82
300 ℔ Melasse	104
300 ℔ Melasse, 150 ℔ Kalk	105
300 ℔ Melasse, 150 ℔ Superphosphat	113
300 ℔ Melasse, 75 ℔ schwefelsaures Ammoniak	119
75 ℔ schwefelsaures Ammoniak	116
300 ℔ Melasse, 75 ℔ Chilisalpeter	130
75 ℔ Chilisalpeter	126
300 ℔ Melasse, 150 ℔ Knochenmehl	131
150 ℔ Knochenmehl	123

Die Feldparcellen zu Döhlen und Deuben bestehen aus sehr fruchtbarem, tiefgründigem Alluvialboden (humoser, sandiger Lehmboden.)

Diese Resultate zeigen, daß der Dungwerth der Melasse als kein bedeutender bezeichnet werden kann und zwar vor allem nicht in verkohltem Zustande; wenn auch A. Stöckhardt aus denselben folgern zu sollen glaubt, „daß die Melasse einen merklich wohlthätigen Einfluß auf das Wachsthum der Rübenpflanze ausübt.“

Die Hauptbestandtheile der Melasse sind Zucker und dessen Zersetzungsprodukte, deren Werth als Düngemittel gleich Null hinzustellen sind. Düngende Wirkung haben nur die geringeren Mengen stickstoffhaltiger Substanz und die Aschenbestandtheile, welche hauptsächlich aus Alkalien bestehen. Es ist daher sicher viel rationeller, den Zucker zur Spiritusbereitung oder durch

das Osmoseverfahren zu verwerthen und dann die Rückstände, die Melassenschlempe resp. das Osmosewasser zur Düngung zu benutzen.

§ 322.

c. Rückstände der Weinbereitung.

Die bei der Weinbereitung aus Weintrauben verbleibenden Trestern, bestehend aus den Häuten und Kernen der Beeren und den Kämmen, Stielen und Ranken der Trauben finden mannigfache Verwendung, von denen eine die zur Düngung ist. Hierzu werden die ausgepreßten oder bereits auf Branntwein oder Essig verarbeiteten Trestern benutzt; dieselben sind reich an Stickstoff und auch Kali und eignen sich daher vor allem zur Düngung des Weinstocks. Die Trestern werden am besten nicht direct zur Düngung verwendet, sondern zunächst zur Compostbereitung und dann zur Düngung benutzt.

Nach Boussingault enthalten die Weintrestern 48,2% Wasser, 51,6 Trockensubstanz mit 1,71% Stickstoff.

§ 323.

b. Apfelmark.

Das eben über die Verwendung der Weintrestern Angeführte gilt ebenfalls von dem Apfelmark.

Nach Boussingault enthält dasselbe 6,4% Wasser und in der Trockensubstanz (93,6) 0,59% Stickstoff.

Rückstände der Apfelweinbereitung.

Die bei der Apfelweinfabrikation verbleibenden Rückstände sind weniger zur Fütterung als zur Düngung zu benutzen.

G. Lechartier fand in 100 Kilogr. Apfeltrestern:

Stickstoff . .	2,02 Kilogr.
Kalk . . .	0,59—0,61 Kilogr.
Magnesia . .	0,41—0,87 "
Kali . . .	2,08—3,05 "
Phosphorsäure	0,70—0,84 "

Bei Zugrundelegung des Werthes für Stickstoff, Kali und Phosphorsäure haben zur Zeit 100 Kilogr. dieser Trestern einen Werth von ca. 2 Mk., dieselben sind daher zur Düngung auch nur in unmittelbarer Nähe des Fabrikationsortes zu verwenden.

Stoner giebt noch einige Angaben über Apfelpreßrückstände, wonach dieselben

Wasser	77,21
Organ. Substanz	22,29
und an Asche . .	0,50
	100,00

enthalten; von der Asche ist die Hälfte Kali. Der Düngerwerth mithin nur gering.

§ 324.

4. Abfälle bei der Taback-Fabrikation.

In der Tabackfabrik wird zwar alles von der eigentlichen Pflanze Stammende so sorgfältig als möglich benutzt, nichtsdestoweniger verdienen doch die Tabacksrippen, der Kehricht, Staub u. dgl. der Beachtung der Landwirthe, weil diese, wie die folgenden Analysen zeigen, einigen Dungwerth haben und sich somit zum Composthaufen gut eignen.

Dietrich untersuchte die Rippen von Pfälzer Taback und fand hier:

	a	b
Wasser	14,9	15,5
Organ. Substanz	62,3	62,9
Asche	22,8	21,6
	100,0	100,0

Hierin annähernd:

Stickstoff . . . 2% (davon circa 1/4 als salpetersaurer Stickstoff)
Kali 8%
Phosphorsäure . 2%

Der Düngerwerth der Tabacksrippen ist somit ein ziemlich hoher; der Werth von 100 Kilo berechnet sich nach dem Gehalte an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure bei den jetzigen Marktpreisen derselben rund zu 4 1/2 Mark.

Nach R. Hoffmann bestehen Kehricht, Staub in 100 Theilen aus:

Wasser	32,16
Organ. Stoffe	10,60
Kohlens. Kalk mit geringen Mengen Magnesia	13,50
Eisenoxyd und Thonerde	2,66
Alkalien (meist Kali) .	1,77
Phosphorsäure	0,80
Sand und Thon . . .	38,51
	100,00
Stickstoff	0,279%

§ 325.

5. Abfälle bei der Baumwollenspinnerei und Weberei.

Beim Auflockern der Baumwolle mit dem Wolfe werden aus derselben Reste von Samenkapseln, Samenkörnern, Staub und Sand, sowie kurze Fasern von Baumwolle herausgeschafft. Diese Abfälle verdienen, wie die folgende Analyse darthut, die Beachtung der Landwirthe.

Nach Lintner ist ihre Zusammensetzung die folgende:

Organ. Stoffe	42,71
Asche	57,29
Stickstoff	2,45

Die Asche in 100 Theilen:

Eisenoxyd	7,30
Kalkerde	4,39
Magnesia	0,79
Chlorkalium	2,08
Chlornatrium	0,85
Phosphorsäure	3,62
Schwefelsäure	0,52
Sand	79,66
	100,00

Im hiesigen Laboratorium wurden von A. Schlimper Baumwollsaatabfälle mit folgenden Resultaten untersucht:

	I. von heller Farbe	II. von dunkler Farbe
Wasser u. organ. Substanz	85,62	42,77
Asche	5,02	8,10
Sand	9,36	49,13
	100,00	100,00
Stickstoff	1,07%	0,96%
Phosphorsäure	0,35%	0,42%

Man sieht, daß der Dungwerth dieser Abfälle, wenn ferner noch die harte Beschaffenheit derselben ins Auge gefaßt wird, nur ein geringer ist.

§ 326.

6. Abfälle von den Farbehölzern.

Die ausgekochten Farbehölzer empfehlen sich wegen ihres Stickstoffgehalts als Compostmaterial.

Nach einer Analyse im Tharander Laboratorium enthält Rothholz 2,8 % und Blauholz 2,5 % Stickstoff. Die Asche beträgt 4—5 % und besteht meist aus Kalk mit kleinen Mengen von Kali, Schwefel- und Phosphorsäure.

Gebrauchtes Fernambukholz aus einer Färberei wurde von R. Hoffmann untersucht; es enthielt 0,823 Stickstoff und 0,4 % Asche, welche vor Allem aus Kalk und Magnesia bestand, außerdem aber noch Spuren von Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kali, Natron und Eisenoxyd führte.

Die Färbereirückstände der folgenden Zusammensetzung wurden dem hiesigen Laboratorium ohne nähere Angabe ihrer Abstammung überschickt; die Analyse von O. v. Gruber ergab:

Wasser.	21,07
Organische Substanz . .	67,17
Asche	4,20
Sand und Thon . . .	7,56
	100,00
Stickstoff	1,25 %

Die 4,2 % Asche bestehen aus:

Eisenoxyd	2,16
Kalkerde	1,48
Magnesia	0,03
Phosphorsäure	0,12
Schwefelsäure	0,38
Alkalien rc.	0,03

Der Düngerwerth dieser Färbereirückstände ist auch nur ein geringer.

Anhang.

§ 327.

Benutzung mehrerer Meerespflanzen zur Düngung. — Tang. — Kelpsalz.

Einige schon seit längerer Zeit direct oder indirect zur Düngung verwendete Meerespflanzen finden am besten hier ihren Platz.

Der Werth der Seepflanzen war bereits den Alten bekannt, so sagt Palladius: „Der Auswurf des Meeres ersetzt, ist er mit süßem Wasser ausgewaschen, mit anderen Dung-Surrogaten, die Stelle des Düngers.“

Die Vegetation des Meeres ist sowohl durch die große Zahl der Pflanzen überhaupt, sowie durch die große Zahl und Mannigfaltigkeit der Arten, als auch bei vielen durch die Mastigkeit der Entwickelung ausgezeichnet.

Eine Anzahl dieser Meerespflanzen, welche gerade durch ihre große Verbreitung hervorragen, werden von Zeit zu Zeit durch Stürme in großen Mengen an die Küsten geworfen und

bieten den Bewohnern derselben zur Düngung ein schätzbares Material dar.

Andere Meerespflanzen verwendet man zu medicinischen Zwecken, noch andere zunächst zur Darstellung der Soda, des Jods, Broms, wobei dann die Abfälle der Landwirthschaft zu Gute kommen u. s. w.

Die wichtigsten zur Düngung zu benutzenden Pflanzen sind Algen, und zwar den Ordnungen Fucoideae und Florideae angehörig.

Von den Fucoideen namentlich:

1) Fucus vesiculosus L.; Blasentang; derselbe kommt in allen europäischen Meeren vor.

2) Fucus serratus; ebenfalls allgemein vorkommend; Ostsee.

3) Fucus nodosus; im nördlichen atlantischen Meere verbreitet; in der Ostsee findet er sich nicht.

4) Laminaria latifolia, und

5) Laminaria digitata. Beide kommen in der Nordsee und im atlantischen Ocean vor.

Von den Florideen:

6) Furcellaria fastigiata, ganz allgemein verbreitet.

7) Rytiphlaea pinastroides (Syn. Fucus pinastroides Gm. und Rhodomela pinastroides Ag.); im atlantischen Ocean in großen Mengen.

8) Chondrus crispus (auch Fucus crispus genannt) — Knorpeltang, — in der Ostsee, Nordsee und an den Küsten des atlantischen Meeres heimisch.

Von Blondeau ist im Seetang eine durch kochendes Wasser ausziehbare, beim Erkalten zu Gelee erstarrende, von ihm Goëmin genannte, stickstoffhaltige Substanz aufgefunden worden. Das Goëmin ist neutral, geschmack- und geruchlos, löst sich langsam in kalter, schnell in heißer Salzsäure, wird durch Salpetersäure und Königswasser leicht unter Bildung von Zucker- und Oxalsäure zersetzt, durch Schwefelsäure gelöst und verkohlt, löst sich vollständig in Kalilauge und hat die folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff . . .	21,80
Wasserstoff . . .	4,87
Stickstoff	21,36
Schwefel	2,51
Sauerstoff . . .	49,46
	100,00

Das Goëmin ist somit stickstoffreicher als die Proteïnkörper.

Auf der folgenden Tabelle sind die bekannt gewordenen Analysen dieser Meerespflanzen zusammengestellt.

Name der Pflanzen.	Wasser.	Proteinstoffe.	Holzfaser.	Stickstoff.	Asche.	Die Asche in 100 Theilen: Eisenoxyd.	Kalkerde.	Magnesia.	Kali.	Natron.	Jodkalium.	Schwefelnatrium.	Chlornatrium.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kohlensäure.	Kieselsäure.	Name der Analytiker.
Fucus vesiculosus	70,57	2,01	22,05	0,32	5,37	0,35	8,92	5,83	20,75	6,09	0,23	—	24,81	2,14	28,01	2,20	0,67	Anderson.
dito.	—	—	—	—	16,22[1]	—	26,75	10,91	8,98	9,63	—	—	Chlor 2,10	4,41	26,22	—	—	Forchhammer.
dito. (Mittel mehrerer Analysen, von Fuc. v. aus der Mündung d. Clyde, Mersey, Nordsee, Dänemark 2c.)	—	—	—	—	—	0,95	10,92	9,53	11,96	12,25	Jodnatrium 0,25	—	19,82	5,64[4]	24,62	—	4,06	Pereira.
dito.	70,57[5]		24,06[5]		5,37[5]	7,70	13,91	9,82	8,09	16,09	—	—	2,91	2,04	30,33	4,32	5,47	C. E. Bergstrand.
Fucus nodosus . . .	74,31	1,76	19,04	0,28	4,89	0,26	9,60	6,65	20,03	4,58	0,44	3,66	24,33	1,71	21,97	6,39	0,38	Anderson.
Laminaria digitata Stengel [3])	88,69	0,93	4,92	0,15	5,46	0,20	7,21	2,73	5,55	Chlorkalium 58,42	1,51	—	15,29	2,42	2,23	4,11	0,33	ders.
Blatt	—	—	—	—	—	0,50	7,29	5,91	11,91	Chlorkalium 26,59	2,09	—	30,77	2,66	8,80	2,49	0,99	
tengel[3])	77,31	3,32	10,39	0,53	8,98	0,45	4,62	10,94	12,16	Chlorkalium 25,83	1,22	—	19,34	1,75	7,26	15,23	1,20	ders.
Laminaria latifolia	—	—	—	—	13,62[2]	—	15,21	6,80	23,35	14,46	—	—	Chlor 20,99	5,87	12,63	—	0,69	Forchhammer.
Furcellaria fastigiata	—	—	—	—	18,92[1]	—	7,74	10,46	20,24	23,47	—	—	Chlor 5,24	1,72	30,92	—	0,21	ders.
Gemisch v. Seegewächsen, wie sie mit den ihnen anhängenden Seethierchen und Muscheln im Meere vorkommen; dieselben hatten auf einem Haufen gelegen und waren in Zersetzung übergegangen.	80,44	2,85	6,40	0,45	10,31	2,35	18,15	6,48	12,77	Chlorkalium 9,10	1,68	—	22,08	4,59	6,22	13,58	3,00	Anderson.

[1] Asche der bei 100° C. getrockneten Substanz. [2] Dies Exemplar im Winter gesammelt. [3] Gesammelt im Frühjahr, das Blatt fast ganz zerstört, so daß der Stengel fast allein zur Analyse diente; großes Exemplar. [4] An Eisenoxyd und Kalkerde gebunden. [5] Diese Zahlen haben eine merkwürdige Uebereinstimmung mit denen von Anderson.

Rytiphlaea pinastroides, Analyse von H. Mangon.

Wasser	56,09
Organische Stoffe	23,52
In Wasser lösliche Mineralsalze	9,91
In Säure unlöslicher Kieselrückstand	3,43
Thonerde, Eisenoxyd und Spuren von phosphorsauren Salzen	0,84
Kalk	3,41
Magnesia, Kohlensäure und andere nicht bestimmte Stoffe	2,80
	100,00
Stickstoff	1,0875%

Wie diese Analysen zeigen, ist der Dungwerth der Meerespflanzen ein bedeutender; vor allem zeichnen sie sich durch ihren Gehalt an Kali und Stickstoff aus, während dagegen der an Phosphorsäure diesen gegenüber zurücktritt. Aus diesem Grunde wird sich ein Zusatz von Knochenmehl oder einem anderen phosphorsäurereichen Dungstoffe empfehlen. Hervorgehoben muß jedoch werden, daß bei der Düngung nie die reinen Pflanzenstoffe allein zur Anwendung kommen, sondern mit ihnen die anhängenden Seethierchen und Muscheln, wodurch sowohl der Stickstoff- sowie Phosphorsäuregehalt derselben erhöht wird.

Man wendet diese Pflanzen entweder direct zur Düngung an, oder läßt sie erst in einem Haufen sich zersetzen und benutzt sie dann, was entschieden vor ersterem den Vorzug verdient. In Betreff der Bereitung und Behandlung dieser Haufen verweise ich auf das beim Compost p. 332 u. f. Gesagte. Die obengenannten Pflanzen zersetzen sich bald und gehen so schnell in verwendbaren Dünger über.

Mit diesen Pflanzen darf jedoch eine andere, welche ebenfalls mit denselben an's Ufer getrieben wird und Seegras — Zostera marina — heißt, nicht verwechselt werden. Das Seegras verrottet nämlich außerordentlich schwer und eignet sich aus dem Grunde nicht zur Düngung. Es wird bekanntlich zum Ausstopfen (Polstern) von Matratzen, Kissen ꝛc. gebraucht.

Wie bereits vorher ausgesprochen, dienen die Meerespflanzen außer zur Düngung noch zu verschiedenen anderen Zwecken: sie werden unter Anderem zur Darstellung von Soda, Jod und Brom benutzt. Von den verschiedenen, hierzu verwendeten Pflanzen seien hier nur Salsola soda, tragus und Kali, Salicornia annua und europaea, Rhodomenia palmata genannt. Diese Pflanzen werden gesammelt, getrocknet und dann in Gruben verbrannt. Die zurückbleibende Masse führt den Namen rohe Soda,

aus derselben stellt man dann Soda, Jod und Brom dar. Die hierbei verbleibenden Rückstände werden mit Vortheil zur Düngung benutzt.

An den Küsten Großbritanniens nennt man die aus verschiedenen Salsola- und Tangarten dargestellte rohe Soda „Kelp"; und die bei der Fabrikation des Jods entstehenden Neben-Producte Kelpsalze, den unlöslichen Rückstand Kelpabfall.

Das Kelpsalz besteht nach Anderson aus Folgendem:

Wasser.	17,15
Schwefelsaures Kali . .	6,66
„ Natron .	10,40
Kohlensaures Natron. .	14,50
Chlornatrium	51,09
Unlösliche Bestandtheile.	0,20
	100,00

Der Kelpabfall besteht im Wesentlichen aus unreinem Wasserglas.

Mit der Kelp-Soda ziemlich gleichwerthig ist die in der Normandie und in der Bretagne aus verschiedenen Tangen bereitete Varek-Soda (Tang-Soda).

Die Wasserpest.

Die Wasserpest (Anacharis Alsinastrum oder Elodea canadensis) stammt aus Nordamerika (Kanada) und soll vor einigen dreißig Jahren nach Europa gelangt sein und sich hier durch ihre schnelle Verbreitung über einen großen Theil der norddeutschen Gewässer, z B. Havel, für die Schifffahrt und Flösserei unbequem gemacht haben. Sie ist eine dunkelgrüne, zierliche, dünnstengliche Wasserpflanze, welche zwar am besten in ruhigen, gut belichteten Gewässern mit schlammigem Untergrund, jedoch auch in mäßiger Strömung und selbst in klarem Brunnenwasser gedeiht. Die Verbreitung dieser Pflanze geschieht nicht durch Verstreuung des Samens, sondern dadurch, daß jedes noch so kleine Zweigtheilchen in kürzester Zeit neue Wurzeln schlägt und neue Stengel treibt. Das Wachsthum der Wasserpest beginnt im April oder Mai, zur vollen Entfaltung kommt sie jedoch erst Ende August oder Anfang September.

J. Fittbogen verdanken wir Analysen dieser Pflanze, wonach die Zusammensetzung derselben im frischen Zustande die Folgende ist:

Wasser	77,33
Organische Stoffe	17,67
Kali	0,43
Natron	0,24
Kalkerde	2,60
Magnesia	0,44
Eisenoxyd	0,08
Phosphorsäure	0,14
Kieselsäure	0,81
Chlor	0,12
Sand	0,16
	100,02
Ab dem Chlor aequivalenten Sauerstoff	0,02
	100,00
Stickstoff	0,40%

Aus dem Analysen-Ergebniß geht hervor, daß der Dungwerth der Wasserpest ein verhältnißmäßig bedeutender ist, ja daß sie dem Stallmiste im Werthe nahe steht; sie ist auch wie dieser an Phosphorsäure verhältnißmäßig arm, weshalb eine Beigabe von diesem Nährstoffe z. B. in Form von Knochenmehl nothwendig ist. Sie wird zur Düngung am besten dann gesammelt, wenn sie in ihrer vollen Entwickelung befindlich ist, d. i. September.

Nach den von verschiedenen Landwirthen gemachten Erfahrungen wirkt die Wasserpest, zur Gründüngung verwendet, sehr schnell aber nicht nachhaltig, was in ihrer Zusammensetzung Erklärung findet. Nach Angaben derselben ist die Verwendung nur da lohnend, wo sie durch den Wellenschlag an das Ufer geworfen wird, da eine Werbung durch Abschneiden im Wasser zu hoch zu stehen kommt.

Sumpfkräuter.

Von Sestini liegt eine Untersuchung von Sumpfpflanzen vor, welche in Toscana als Dungmittel verwendet werden und welche besonders in der Provinz Pisa unter der Bezeichnung Falasco eine bemerkenswerthe Stellung unter den befruchtenden Materien einnehmen.

Der Falasco wird in den Wiesen des kgl. Gutes Coltano, dann in der weiten Besitzung Migliarino des Herzogs Salviati, in Besitzungen, welche um den See Mussacinccoli liegen und in anderen Sumpfgegenden der tyrrhenischen Küsten gesammelt.

Die Sumpfpflanzen, welche in ihrer Gesammtheit den Falasco bilden, sind verschieden, besonders sind es Folgende:

Phragmites communis L., Scirpus maritimus und triqueter L., Sparganium ramosum Smith, Cyperus longus und Monti L., Carex paludosa Good. und andere Carex-Arten, Glyceria aquatica Smith, Juncus Tenageia Ehrh. und andere Arten, Sagittaria sagittifolia L., Catabrosa aquatica Beauv., Typha latifolia und augustifolia L.

Eine gute Mittelprobe des Falasco, zu der 10 Proben (in den ersten und letzten Tagen des Mähens gesammelt) benutzt waren, ergab die folgende Zusammensetzung:

Wasser	14,94
Proteinkörper	4,77
Nicht eiweißartige u. stickstofffreie Stoffe	49,87
Fett	2,72
Cellulose	23,52
Asche (kohlensäurefrei)	4,68
	100,00
Stickstoff	0,898%

Die Asche bestand in 100 Theilen aus:

Eisenoxyd	3,67
Kalkerde	9,87
Magnesia	3,04
Kali	18,29
Natron	18,53
Phosphorsäure	4,87
Schwefelsäure	4,39
Kieselsäure	24,63
Chlor	17,43
	104,72
Ab Sauerstoff für Chlor	3,92
	100,80

Der Centner des Falasco stellt sich im Mittel gewöhnlich auf 2,22 L.

B. Abfälle thierischen Ursprungs.

§ 328.

1. Abfälle bei der Verarbeitung der Wolle.

Die Wolle unterliegt bei ihrer Verarbeitung zu Wollstoffen verschiedenen Processen, bei welchen mehrfach Abfälle vorkommen, welche wegen ihres Dungwerthes für die Landwirthschaft nutzbar zu machen sind. Nach dem Sortiren wird die Wolle zunächst vermittelst schwacher alkalischer Lauge gewaschen, hierauf aufgelockert und von etwa noch mechanisch anhängenden Unreinigkeiten befreit — das Wolfen — dann nach dem Einfetten gestrichen — gekrempelt, gekratzt —, um die Wollfasern vollkommen gerade zu strecken und noch weiter zu reinigen und schließlich nach dem Verspinnen das gewonnene Gewebe — Loden — dem Noppen und Waschen unterworfen, durch ersteres werden die Knoten, Enden und fremden Körper, durch letzteres Oel,

Leim und Unreinigkeiten entfernt. Auf das Waschen folgt das Walken, dessen Zweck weitere Reinigung und Hervorrufung einer Verfilzung ist. Dem Walken schließt sich das Rauhen und Scheeren an, wodurch der durch ersteres erzeugten Filzdecke ein schöneres Ansehen gegeben werden soll. Dies sind diejenigen Operationen, bei denen Abfälle für die Düngung vorkommen; letztere sollen im Folgenden durch einige Analysen characterisirt werden.

a. Absätze aus dem Waschwasser; Analyse von Stöckhardt.

	Nr. 1. aus England:	Nr. 2.	Nr. 3. aus Berlin:
Verbrennliche flüchtige Stoffe . . .	51,9	54,1	24,4
Kohlens. Kalk und Magnesia mit geringen Mengen Alkalien	6,8	3,3	44,1
Sand und erdige Stoffe	37,3	38,5	27,8
Wasser.	4,0	4,1	3,7
	100,0	100,0	100,0
Stickstoff	3,11%	3,58%	Spur
Fettige Substanz	20 bis 25	20 bis 25	20 bis 22%

b. Abfälle aus einer Spinnerei.

Hierunter sind Preßrückstände aus einer Kammgarnspinnerei, welche aus dem abfließenden Wasser derselben, Wollfaser u. dgl. enthaltend, gewonnen werden, verstanden. Analyse von Karmrodt:

Wasser.	1,91
Fettsubstanzen.	34,93
Andere organische Stoffe . . .	19,05
Eisenoxyd, Kalkerde, Magnesia, etwas Phosphorsäure . . .	1,49
Kohlensaurer und schwefels. Kalk	0,60
Natronsalze	0,55
Sand und Thon	41,47
	100,00
Stickstoff.	1,89%

c. Wollabgänge.

	Wollenstaub. Reßler	Größere Wollabfälle. Reßler	Wollabgänge. Way	Wollabgänge. Kopp	Wollabgänge. Karmrodt	Wollabgänge. (Shoddy) Wicke	Wollabgänge. (Shoddy) Grouven	Wollabfälle (Kehricht unter der Maschine.) M. Fesca	Schafwollabfälle E. Güntz-Pommritz	Wollabgänge. A. Schlimper-Pommritz	Wollstaub. A. Schlimper-Pommritz
Wasser	8,13	11,43	16,40	14,8	8,13	93,37	9,80	10,25	9,40	7,38	?
Organische Stoffe	63,48	82,89	27,74	29,7	69,46		61,76	75,99	78,85	67,66	?
Asche	28,39	5,68	55,86	55,5	22,41	6,63	27,44[2])	13,76	11,13	9,55	10,78
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Stickstoff	7,16%	12,86%	?	?	3,57%	5,64%	4,70%	7,04%	11,01%	6,15%	4,93%
In der Asche:											
Eisenoxyd . . .					0,12	0,93		9,81	0,31		
Kalkerde					0,77	0,19		6,36	6,81		
Magnesia. . . .					0,32	0,04		Spur			
Kali						0,15		1,16			
Natron.			46,73[1])	45,3	0,41	0,07	5,01	10,40			
Phosphorsäure .					1,84	0,02		2,42	0,36		
Schwefelsäure . .					0,45	0,18		7,24			
Chlor und Verlust					0,27	0,02		Spur			
Sand			9,13	10,2	17,51	5,12	22,43	61,62	0,62	15,41	22,65

[1]) bestehend aus: saur. phosphors. Kalk 7,46, neutralem Phosphat 7,01, Gyps 31,83 und schwefels. Magnesia 0,39%.
[2]) Mit 2,98% Phosphaten.

Scherwolle; Analyse von Stöckhardt.

	aus England: I.	II.	aus Sachsen: III.
Wasser	4,2	6,6	5,8
Wirkliche Wollmasse	26,0	30,0	36,0
Fett, Farbstoff rc.	58,3	48,0	37,6
Phosphorsaurer Kalk	1,1	0,9	1,4
Sand rc.	10,4	14,5	19,2
	101,0	100,00	100,0
Stickstoff	4,5	5,1	6,2%

J. Keßler untersuchte Wollstaub, Abfallproduct bei der Kunstwollfabrikation, unter Trennung durch Sieben des Staubes von den Fasern auf Gesammtstickstoff und fand hier:

Nr.	Faser %	Pulver %	Stickstoff %	Nr.	Faser %	Pulver %	Stickstoff %
1	—	—	9,68	9	50,0	50,0	6,53
2	—	—	5,90	10	11,0	89,0	3,17
3	40,0	60,0	5,23	11	43,0	57,0	5,37
4	11,3	88,7	2,30	12	17,0	83,0	2,98
5	17,4	82,6	3,20	13	—	—	1,08
6	17,0	83,0	3,75	14	29,0	71,0	5,44
7	7,0	93,0	2,16	15	11,0	89,0	2,48
8	23,0	77,0	3,36	16	—	—	3,45

Wollabfälle; Analyse von Wetzke — Pommritz.

	I.	II.
Wasser	8,88%	6,58%
Stickstoff im Staube	2,02 „	1,74 „
Stickstoff in der Faser	5,11 „	4,33 „

Diese Analysen zeigen, daß der Stickstoffgehalt des sog. Wollstaubes ein sehr schwankender und daß derselbe um so höher ist, je größer der Gehalt des Wollstaubes an Faser gefunden wurde.

Nach diesen Analysen besitzen wir in den Wollabfällen einen vor allem an Stickstoff reichen Dungstoff, woraus hervorgeht, daß die Verwendung derselben, wenn sie technisch nicht anderweitig, z. B. zum Auspolstern oder Veloutiren in Tapetenfabriken dienen, für die Landwirthschaft geboten ist. Direct sind sie aber nicht gut zur Düngung zu verwenden, da ihre Zersetzung im Boden nur sehr langsam erfolgt. Aus diesem Grunde ist eine Präparation derselben vor ihrer Anwendung nothwendig, welche entweder von dem Landwirthe selber vorzunehmen oder von Dungfabriken auszuführen ist; letztere bringen bereits derartige verarbeitete Abfälle unter dem Namen „Wolldünger", „Dünger aus Wolle" rc. in den Handel (Analysen

derartiger Fabrikate von Hellriegel, Karmrodt, E. Wolff und Anderen). Stehen dem Landwirthe derartige Abfälle direct zu Gebote, so empfiehlt sich für ihre Anwendung zur Düngung, dieselben vorher mit Jauche zu übergießen und so in Fäulniß zu versetzen, oder dieselben zur Compostbereitung zu verwenden; bei der ersten Art der Zubereitung ist selbstverständlich die Verflüchtigung von Ammoniak zu verhüten (p. 85 u. f.).

Für die fabrikmäßige Verarbeitung der genannten Abfälle sind folgende Vorschläge gemacht und in Anwendung gekommen.

Nach Runge empfiehlt sich ein 3—4stündiges Kochen dieser Abfälle mit Aetzkalk unter Zusatz von schwefelsaurem Natron. Hierbei ist das Verhältniß der einzelnen Stoffe folgendes: 8 ℔ Wolle, 8 ℔ gebrannten Kalk, 96 ℔ Wasser und 1 ℔ schwefels. Natron. Bei Ueberdruck von $^1/_2$—1 Atmosphäre kürzt sich die erforderliche Zeit natürlich ab.

L. Meyen bedient sich des folgenden Verfahrens, um Wolle u. dgl. in Dünger zu verwandeln. Die Wolle wird in der Wärme so lange mit Schwefelsäure und Salpetersäure behandelt, bis sich nichts mehr löst, die erkaltete, konsistente, saure Masse mit Ammoniakwasser verdünnt, dann mit Knochenmehl abgestumpft; dem Brei kalihaltige Aschen zugesetzt, bis zur Consistenz eines steifen Brodteiges eingetrocknet und in Soden auf Sägespänen getrocknet. Nach dem Trocknen werden die Soden mit den Sägespänen zerstoßen.

Der so entstandene Dünger ist, wenn die nöthige Sorgfalt für seine Feinheit gebraucht und die benutzten Materialien in der erforderlichen Menge und guter Qualität angewendet werden, sicherlich von guter Beschaffenheit und hohem Düngerwerth.

Ferner hat sich nach Edw. Toynbee ein Verfahren für Vorbereitung der Wolle u. s. w. zur Düngung patentiren lassen, welches in Kochen dieser Stoffe mit Schwefelsäure besteht; er wendet 1 Ctr. der Säure auf 4—5 Ctr. der Wolle, Fleisch 2c. an.

Ein ähnliches Verfahren ist auch von Melsens vorgeschlagen worden.

R. Hoffmann hat ein Verfahren angegeben, welches auf der Auflösung von Wolle in ätzenden, alkalischen Laugen und Zersetzung der gebildeten Wollseife mit Kalk beruht, wodurch das Alkali wieder frei wird und neue Mengen Wolle lösen kann. Der Aetzkalk zersetzt die Wollseife in der Art, daß der Kalk an die Wolle tritt und eine Kalkwollseife bildet, welche sich gallertartig abscheidet. Man kann daher durch einen Kalküberschuß mit geringen Mengen Alkali eine große Menge Wolle lösen und in eine als Dungmittel verwendbare Form überführen. Die Kalkwollseife ist zwar schwer löslich — eine vollständige Lösung erhält man nur durch Behandlung mit ätzenden Alkalien —, jedoch wird die Wolle dadurch in eine leicht vertheilbare und verwesbare Form gebracht. Etwas Stickstoff geht hierbei als Ammoniak verloren. Mit Kalk ätzend gemachte Holzaschenlauge eignet sich hierfür ebenfalls gut, wobei Darstellung einer Lauge unnothwendig ist. Dies Verfahren wird im Kleinen unter Umständen Anwendung verdienen.

Dann ist vom Gutsbesitzer Ehrhardt die Bereitung eines sog. Rauchdüngers aus Wollenlaugen, Leder, Knochen 2c. vorgeschlagen worden, welches in Folgendem besteht.

Ehrhardt verkohlt derartige schwer zersetzliche, stickstoffreiche Abfälle in einem kleinen Schachtofen bei schwachem Feuer langsam und fängt die dabei gebildeten Rauchgase in humosem Boden auf bis derselbe gesättigt ist. Durch Zusatz von Phosphorsäure wird die so imprägnirte Erde zu einem sehr schnell und kräftig wirkenden Dünger. v. Seydewitz spricht sich über diese Düngerbereitungsmethode ebenfalls günstig aus. Derselbe hat mit 6 Ctr. des Rauchdüngers auf 1 Morgen (Gesammtgehalt 12 ℔ Stickstoff und 25 ℔ phosphorsauren Kalk) die 6 Mark kosteten, gegenüber 40 ℔ Chilisalpeter und 70 ℔ Viehsalz, Kosten 11 Mark, bei Hafer die schönsten Resultate erzielt. Ebenso wirkte der Rauchdünger bei Kartoffeln und schien sogar die Wirkung der Kartoffelkrankheit vermindert zu haben.

Bei diesem Verfahren geht die organische Substanz ganz und auch Stickstoff verloren, weshalb wohl die Löslichmachung durch Säuren resp. alkalische Laugen oder gespannte Wasserdämpfe demselben vorzuziehen sein wird.

Um den landwirthschaftlichen Werth der „gelösten" Wolle festzustellen, hat Petermann folgende Versuche im Gewächshause und auf dem Felde ausgeführt. Zur Verwendung gelangte rohe Wolle und mit Dampf gelöste Wolle im Vergleich zu Chilisalpeter, welche für sich oder in Verbindung mit Phosphorsäure angewendet wurden.

Die benutzten Dünger hatten die folgende Zusammensetzung:

Rohe Wolle:	Mit Dampf gelöste Wolle:	Chilisalpeter:	Präcipitirtes Kalkphosphat:
3,94% Stickstoff	11,87% Stickstoff, wovon 2,48% als Ammoniak.	15,91% Stickstoff	28,29% Phosphorsäure (citratlöslich).

1) Im Gewächshause:

Die Töpfe wurden mit 4000 Grm. eines sandigen Thonbodens gefüllt, welchem 0,25 Grm. Stickstoff allein oder zusammen mit 0,30 Grm. Phosphorsäure zugesetzt waren. Frucht: Sommerweizen, welcher am 2. April gesäet wurde, jeder Topf hatte 6 Pflanzen.

	Gesammternte	Mittel aus Versuchen	Stroh	Spreu	Körner
Ungedüngt . . .	58,82	4	39,39	4,65	14,79
Wollabfälle (roh).	62,18	2	40,38	4,54	17,26
Gelöste Wolle. .	67,05	2	44,13	5,02	18,41
Chilisalpeter. . .	73,33	2	47,05	5,89	20,39
Wollabfälle + Phosphorsäure.	63,33	2	41,00	4,74	17,59
Gelöste Wolle + Phosphorsäure.	69,48	2	44,28	5,40	19,81
Chilisalpeter + Phosphorsäure.	70,73	2	74,73	5,56	20,45

Setzt man die Mittelerträge der ungedüngten Töpfe = 100, so ist durch die Düngung eine Ertragssteigerung erzielt von:

	Ohne Phosphat	Mit Phosphat
bei rohen Wollabfällen um . .	16,7%	18,9%
bei gelösten Wollabfällen um .	24,5 "	33,9 "
bei Chilisalpeter um	37,9 "	38,3 "

2) Versuche auf dem Felde.

4 Parcellen von je 45,56 qm. Größe, die im Vorjahre mit Weizen bestellt waren und seit 2 Jahren keinen Dünger erhalten hatten, wurden mit Rüben bestellt. Ein 1 m. breiter ebenfalls bepflanzter Streifen umgab jede Parcelle, wurde aber nicht für den Versuch verwerthet. Die Ernte am 21. October lieferte pro Hectar berechnet folgendes Resultat nach Abzug von 12,6% Abfällen:

Düngung aller Parcellen = 75 kg. Phosphorsäure pro Hectar. Außerdem noch:	Ernte	Mehr gegen ohne Stickstoff	
	kg.	kg.	%
Kein Stickstoff	28373	—	—
60 kg. Stickstoff in roher Wolle (mit 2,94% Stickstoff)	31744	3271	11,4
60 kg. Stickstoff in gelöster Wolle (mit 9,11% Stickstoff, davon 2,43% als Ammoniak) . . .	37408	5835	30,9
60 kg. Stickstoff im Chilisalpeter (mit 15,97% Stickstoff)	42204	13631	47,7

Die Saftuntersuchung von je 20 Rüben ergab:

	Mittleres Gewicht einer Rübe Gramm	Spec. Gewicht des Saftes	Zucker in 100 Grm. Rüben	Reinheits-Quotient des Saftes
Ohne Stickstoff	408,5	1,0644	13,09	87,77
Rohe Wolle	387,5	1,0648	13,32	88,76
Gelöste Wolle	436,0	1,0614	12,52	85,58
Chilisalpeter	451,0	1,0631	12,17	85,46

Diese Versuchs-Resultate zeigen, daß die Wirksamkeit der Wollabfälle durch das Aufschließen derselben bedeutend erhöht worden ist.

f. Rückstand von der Gasbereitung aus eingedickten Wollwaschwässern.

Bei einigen Fabriken werden die Wollwaschwässer eingedickt und zur Gasbereitung benutzt; der hierbei verbleibende Rückstand ist kalireich, wie dies die folgenden Analysen, welche im hiesigen Laboratorium von O. Toepelmann ausgeführt sind, darthun:

	I.	II.
Wasser	0,63 %	11,74 %
Kohle, organ. Substanz	14,19 „	12,60 „
Eisenoxyd, Thonerde .	4,13 „	6,08 „
Eisenoxydul	3,59 „	2,29 „
Kalkerde.	1,44 „	1,54 „
Magnesia	0,59 „	0,66 „
Kali	33,98 „	20,76 „
Natron	1,95 „	1,48 „
Phosphorsäure	0,49 „	0,34 „
Schwefelsäure	2,85 „	1,84 „
Kohlensäure	6,84 „	4,93 „
Kieselsäure	22,13 „	24,22 „
Chlor	1,48 „	0,61 „
Rhodan	0,56 „	0,28 „
Sand	5,56 „	10,81 „
	100,41	100,18
Sauerstoff ab für Chlor und Rhodan . . .	0,41	0,18
	100,00	100,00
Stickstoff	0,75 %	0,44 %

Diese Analysen-Resultate ergeben einen bedeutenden Reichthum dieser Rückstände an Kali neben nicht ganz unbedeutenden Mengen von Eisenoxydul und etwas Rhodan. Das Kali ist vor allem als kieselsaure und kohlensaure Verbindung vorhanden. Zur Wiesendüngung werden sich diese Rückstände in erster Reihe eignen.

§ 329.

2. Abfälle der Gerberei.

Bei der Gerberei, d. h. der Ueberführung der thierischen Haut in Leder, werden verschiedene Abfälle erhalten, welche Dungwerth haben. Die Verarbeitung der Häute beginnt mit dem Einweichen derselben, worauf ein Reinigen der Fleischseite folgt (durch Schaben mit dem Schabeeisen auf dem Schabebaum), dann der Haarseite, was vorherrschend durch Schwitzen oder Kalken bewirkt wird. An das Reinigen schließt sich das Schwellen oder Treiben, dessen Zweck einerseits Reinigung von dem in Form von kohlensaurem, oder als Kalkseife oder Kalk-

albuminat zurückgebliebenen Kalk, anderseits Aufschwellen der Hautfaser auf endosmotischem Wege ist. Das Schwellen wird durch Behandlung mit Schwellbeize, welche durch Gährung von Gerstenschrot oder Weizenkleie bereitet wird, bewirkt. Auf das Schwellen folgt das Gerben, d. h. Behandlung der geschwellten Blößen mit Gerbstoff, dem sich schließlich das Zurichten der lohgaren Häute anschließt, welches je nach der Ledersorte in Hämmern, Falzen u. s. w. besteht. Bei diesen einzelnen Processen ergeben sich verschiedene Abfälle, welche für die Landwirthschaft von Werth sind; dieselben werden zwar im Allgemeinen noch nicht in der zweckentsprechenden Weise benutzt und sind auch noch nicht sämmtlich ihrer Zusammensetzung nach bekannt. Die folgenden Analysen zeigen die Zusammensetzung einiger dieser Stoffe.

Hoffmann untersuchte die Haare aus einer Gerberei auf ihren Stickstoffgehalt und fand hier:

I.	II.	III.	
5,5	8,0	6,6	im Mittel 6,7 %

Ferner sind von Stöckhardt die Rückstände der Kalkgruben, der Leimkäse, untersucht und hierfür folgende Zusammensetzung gefunden:

	I.	II.
Organ. Stoffe	48,3	45,6
Phosphors. Kalk	6,2	3,8
Kohlensaurer Kalk	34,2	45,0
Kohlens. Magnesia	4,3	
Wasser	7,0	5,6
	100,0	100,0
Stickstoff	2,8%	3,4%

Abfälle einer Hasenhaarschneiderei.

Dem Beizen und Enthaaren der Hasen- und Kaninchenfelle behufs Gewinnung der Haare zur Hutfabrikation geht ein Zurichten voraus, wobei die Beine, Schwänze, Ohren, sowie diejenigen Parthien der Felle, welche dem ebenen Ausbreiten hinderlich sind, abgetrennt und zugleich die Haare beschnitten werden.

Diese Abfälle bestehen nach C. Thiel aus:

Knochenfreien Fellabschnitten	61,5
Knochenhaltigen Fellabschnitten	13,6
Losen Haaren	22,6
Sand, Erde, Bleischrot	2,3
	100,0

Die mittlere Zusammensetzung dieses Gemenges fand C. Thiel:

Wasser	11,0 %
Stickstoff.	7,0 „
Aschenbestandtheile. . .	13,1 „
Hierin an Kali	0,6 „
und an Phosphorsäure .	1,7—3,1 %

Philippar untersuchte eine Anzahl thierischer und pflanzlicher Abfälle der Gerberei mit folgenden Resultaten:

a. Thierische Abfälle.

1) Frische Rückstände nach der Enthaarung.

	In normalem Zustande	Trockensubstanz
Wasser	71,32	—
Organische Substanz	28,68	83,90
Asche		16,10
Stickstoff	6,99 %	—
Phosphors. Kalkerde .		4,03 %
Kalk		10,51 „
Kieselsäure		1,05 „
Andere lösliche Salze		0,52 „

2) Frische Rückstände des Abgeschabten.

	In normalem Zustande	Trockensubstanz
Wasser	79,61	—
Organische Substanz	20,39	84,82
Asche		15,18
Stickstoff.	6,97 %	—
Phosphors. Kalkerde .		1,52 %
Kalkerde		10,93 „
Andere Salze. . . .		2,64 „
Unlösliches		0,09 „

Die Durchschnitts-Zusammensetzung eines Gemisches der beiden frischen Dünger fand Philippar:

	in normalem Zustande	Trockensubstanz
Wasser	75,46	—
Organische Substanz	24,54	84,36
Asche		15,64
	100,00	100,00
Stickstoff.	6,98 %	—
Phosphors. Kalkerde .		2,74 %
Kalkerde		10,77 „
Andere Salze. . . .		1,61 „
Unlösliches		0,56 „

Diese Abfälle bleiben gewöhnlich vor der Ablieferung 2—3 Monate in Haufen liegen; hierbei geht ein Fäulnißproceß in denselben vor, in

Folge dessen Wasserverlust und bedeutende Volumenverminderung eintritt. In diesem Zustande werden diese Abfälle an die Landwirthe abgegeben, welche in Frankreich für den Cubikmeter 3—5 Fres. bezahlen.

Phillipart hat eine gute Durchschnittsprobe solcher Abfälle, welche 3 Monate an der Luft in Haufen gelegen hatten, mit folgendem Resultate untersucht:

	In normalem Zustande	Trocken-substanz
Wasser	51,18	—
Organische Substanz	48,83	38,01
Asche		61,99
	100,00	100,00
Stickstoff	2,08%	4,26%
Phosphors. Kalk		10,02 „
Kalk		37,19 „
verschiedene Salze		0,55 „
Kieselsäure etc.		14,23 „

Diese Zahlen zeigen den bedeutenden Verlust bei der Fäulniß und zwar vor allem an Stickstoff.

Es ist daher den Landwirthen sehr zu rathen, diese werthvollen Abfälle frisch zu kaufen und gut zu compostiren, so daß dem Stickstoffverlust vorgebeugt wird. Verwendung von Superphosphatgyps, resp. Gyps bei Compostirung ist sehr zu empfehlen.

b. Pflanzliche Abfälle.

1) Gerberlohe.

Der Wassergehalt der Gerberlohe ist ein sehr verschiedener.

Philippart untersuchte im Januar 1876 mehrere Proben und fand hier:

	Grad der Trockenheit.	Gewicht pro Liter im normalen Zustande. Gramm.	Wasser im normalen Zustande. %
alte ausgelaugte und gegohrene Lohe	sehr feucht	625,5	72,6
frisch ausgelaugte nicht gegohrene Lohe	„	496,0	70,0
halb ausgelaugte Lohe	„	419,6	69,6
normale Lohe, noch nicht benutzt	trocken	205,5	15,8

An der Luft getrocknete (?) Lohe enthielt:

94,9 organische Substanz (?)
5,1 Asche

0,5% Kalium
0,5 „ Phosphorsäure.

Die wasserfassende Kraft der Lohe ist wegen ihrer fasserigen und schwemmigen Beschaffenheit groß: 100 Gewichtstheile trockne Lohe nehmen 200 Gewichtstheile Wasser auf.

§. 330.

3. Lederabfälle.

Die Abfälle des Leders verdienen, soweit sie anderweitig technisch nicht besser ausgenutzt werden können, der Landwirthschaft nutzbar gemacht zu werden, wie dies auch bereits von verschiedenen Fabriken seit mehr als 20 Jahren geschehen ist.

Die Lederabfälle müssen, da ihre Zersetzung im Boden eine langsame ist, vor ihrer Anwendung präparirt werden. Es geschieht dies durch Dämpfen, auf welches ein Trocknen und Mahlen folgt; so präparirt kommen sie nach Reichardt mit einem Stickstoffgehalt von 9 % und mit 17 % phosphorsauren Salzen in den Handel.

Ward ließ sich dies Verfahren 1857 für Leder, Wolle u. dgl. patentiren; er wendete 5 Atmosphären Druck an; das condensirte Wasser kommt mit der Substanz nicht in Berührung.

Reichardt schlägt ferner vor, die Lederabfälle mit kohlensauren Alkalien in ähnlicher Weise, wie die Knochen mit Schwefelsäure aufzuschließen. Das Lederpulver giebt an kochendes Wasser 15,75 % ab, dagegen mit 5 % kryst. Soda zu einem Brei angerührt, erhielt man nach mehrtägiger Einwirkung 28,8 % lösliche Stoffe.

Das sog. Stollenmehl ist von Fr. Voigt-Pommritz untersucht und wie folgt, zusammengesetzt gefunden worden:

Wasser	17,65
Organische Substanz	63,78
Asche	14,82
Sand	3,75
	100,00
Stickstoff	3,64 %
Phosphorsäure	0,58 „
Schwefelsäure	3,20 „
Kalkerde	1,58 „

Die mechanische Analyse ergab:

Lederstücken und Haare	11,1
Grobes Mehl	64,4
Griesförmiges Mehl	8,8
Feines Mehl	15,7

Ueber den Dungwerth des Leders liegt ein Versuch von Petermann vor, derselbe vergleicht hierbei das gemahlene Leder mit anderen stickstoffhaltigen Düngemitteln.

Die zu dem Versuche benutzten Dünger hatten die folgende Zusammensetzung:

	Gemahlenes Leder	Getrocknetes Blut	Gefälltes Phosphat	Chlorkalium
Wasser	11,89			
Organische Stoffe. .	71,34			
Asche	16,77			50,3% Kali
	100,00			
Stickstoff	7,51%	13,7%		
Phosphorsäure . . .	0,81 „		24,99%	

Die in Töpfen mit Hafer ausgeführten Versuche ergaben folgendes Resultat:

	Gesammternte	Körner	Stroh	Spreu
1) Ungedüngt, Mittel von 2 Versuchen	22,34	6,20	15,19	0,95
2) Ledermehl, mit 0,25 Grm. Stickstoff, Mittel von 2 Versuchen	34,85	6,95	26,65	1,25
3) Blutmehl, mit 0,25 Grm. Stickstoff, Mittel von 2 Versuchen	51,91	13,41	36,68	1,83
4) Leder + praec. Phosphat, mit 0,25 Grm. Stickstoff und 0,30 Grm. Phosphorsäure, Mittel von 2 Versuchen	39,93	7,50	31,28	1,15
5) Blutmehl + praec. Phosphat, (Mengen = bei 4).	51,97	13,61	36,45	1,91
6) Leder + praec. Phosphat + Chlorkalium	30,55	7,56	21,90	1,09
7) Blutmehl + praec. Phosphat + Chlorkalium	37,40	15,93	29,65	1,82

Die Resultate dieser Versuche sprechen dem Ledermehl keinen erheblichen Dungwerth zu.

Nicht besser war das Resultat bei weißen Bohnen, wo das Ledermehl mit Natronsalpeter verglichen wurde:

Ungedüngt	942,5 Kilo
Gemahlenes Leder .	981,7 „
Natronsalpeter . .	1695,8 „

Ein weiterer Versuch mit Zuckerrüben, bei welchem die Versuchs-Parcellen 1 Ar groß waren, ergab ein etwas günstigeres Resultat. Die Stärke der Düngung pro Hectar betrug an Stickstoff 48 Kilo und an Phosphorsäure 60 Kilo.

Die Erträge auf 1 Hectar berechnet waren:

Düngung	Ernte pro Hectar in kg.	Vermehrung des Ertrages in % gegen ungedüngt
Ungedüngt (Mittel aus 3 Parcellen)	33870	—
Gefälltes Phosphat	34380	1,5
In Wasser lösliche Phosphorsäure	34380	1,5
In Wasser lösliche Phosphorsäure + zurückgegangener Phosphorsäure	34290	1,2
In Wasser lösliche Phosphorsäure + Leder . .	37890	11,9
In Wasser lösliche Phosphorsäure + Leder + zurückgegangener Phosphorsäure	37480	10,7
Gefälltes Phosphat + Leder	35910	6,0
In Wasser lösliche Phosphorsäure + Salpeter.	43380	28,1
In Wasser lösliche Phosphorsäure + Salpeter + zurückgegangener Phosphorsäure	42070	24,2
Gefälltes Phosphat + Salpeter	—	29,4

Aus diesen einjährigen Versuchen läßt sich natürlich kein endgültiges Urtheil über den Düngerwerth des Leders fällen, länger fortgesetzte Versuche würden wahrscheinlich günstigere Resultate ergeben, da dann das Leder Zeit haben würde, sich vollständiger zu zersetzen. So viel geht aber aus diesen Versuchen wohl sicher hervor, daß das Leder kein schnell wirkender Dünger, wie dies z. B. Hornmehl, ist.

§ 331.

4. Abfälle bei der Leimfabrikation.

Die Abfälle der Leim-Fabrikation sind je nach der Art des Leims verschieden. Der Leim wird aus Haut, Sehnen u. dgl. — Haut- oder Lederleim —, oder aus Knochen — Knochenleim — oder aus der Schwimmblase gewisser Fische — Fischleim — bereitet; ferner hat man in neuester Zeit noch aus Kleber, Eiweiß u. s. w. Leim dargestellt. Das Verfahren bei der Leimfabrikation ist je nach dem Roh-Material ein verschiedenes. Beim Hautleim besteht es im Kalken des Leimgutes, — wodurch eine Reinigung der Abfälle und Erreichung größerer Haltbarkeit erlangt werden soll —, im Versieden desselben, Formen der Gallerte u. s. w.; bei den beiden ersten Operationen entstehen Abfälle, welche zur Düngung zu benutzen sind.

Nach Kraut hat der Leimkalk die folgende Zusammensetzung:

Kohlensaurer Kalk . . .	79,90
Organ. Substanzen . .	14,70
Eisenoxyd und Thonerde	3,66
Sand	1,74
	100,00
Stickstoff	1,3 %
Wassergehalt	40,74 „

Der durch die Behandlung der Knochen ꝛc. bei der Leim-Fabrikation mit Salzsäure ausgezogene phosphorsaure Kalk hat sehr hohen Dungwerth.

Abfälle der Leimsiederei. Lab.: Pommritz.

	I.	II. (sog. Fleischdünger)	III. Absatz von der Leim-Fabrikation aus Knochen
Wasser	11,23	13,83	20,20
Organ. Substanz .	51,89	31,41	12,36
Asche	32,01	43,90	66,69
Sand	4,87	10,86	0,75
	100,00	100,00	100,00
Stickstoff	4,45%	1,92%	0,40%
Phosphorsäure . .	1,49 „	0,32 „	14,05 „
Kalkerde	?	?	26,73 „

§ 332.

5. Abfälle bei der Horn-Verarbeitung.

Die bei der Verarbeitung des thierischen Hornes abfallenden Hornspäne sind von großem Dungwerthe, wie die folgende Analyse von Hellriegel zeigt:

Wasser	7,42
Organ. Stoffe	63,42
Lösliche Mineralsalze, vor allem phosphorsaurer Kalk	12,97
Sand	16,19
	100,00
Stickstoff	7,38%

Man verwandelt auch hornartige Gebilde durch Dämpfen (12stündig.) und darauf folgendes Pulvern in ein feines Pulver, welches unter dem Namen Hornmehl in den Handel kommt.

Ein solches aus Horn, Klauen nebst anhängenden Knochenfragmenten dargestelltes Hornmehl hat C. Petersen wie folgt zusammengesetzt gefunden:

Wasser	9,48
Organ. Stoffe	71,75
Phosphors. alkal. Erden	11,46
Kohlens. Kalk	0,37
Schwefels. Kalk	1,66
Sand	5,28
	100,00
Stickstoff	13,07%
Phosphorsäure	5,54%

Die Analyse zeigt, daß das Hornmehl ein ganz vorzüglicher Dünger vor allem für Stickstoff und auch Phosphorsäure ist.

Bei reinem Hornmehl ist der Stickstoffgehalt um so höher, je weniger Knochenfragmente mit verarbeitet sind und umgekehrt.

Die folgende in Pommritz von O. Toepelmann ausgeführte Analyse zeigt die Zusammensetzung eines fast reinen Hornmehles:

Wasser	9,50
Organische Substanz	87,35
Asche	1,69
Sand	1,46
	100,00
Stickstoff	14,10%
Phosphorsäure	0,28 „
Kalkerde	0,48 „

Die Hornmehle zersetzen sich verhältnißmäßig schnell und gehören deshalb zu den schnell wirkenden stickstoffhaltigen Düngern. Die Wirkung derselben zeigt sich bereits bei der ersten Frucht in hervorragender Weise.

Aufmerksam muß hier darauf gemacht werden, daß die Hornspäne nicht immer als reine Waare in den Handel kommen, sondern daß bei denselben nicht zu selten eine Verfälschung mit Steinnußabfällen vorkommt. Die Steinnußspäne, welche nur einen sehr geringen Dungwerth haben, siehe p. 535, sind ja ebenso wie die Hornspäne Abfälle der Drechslerarbeit, da dieselben zur Fabrikation von Knöpfen ꝛc. benutzt werden. Garantie der Reinheit ist daher beim Kaufe der Hornspäne stets erforderlich.

§ 333.

6. Thranabfälle.

Bei der Fabrikation des Thranes erhält man Nebenproducte, welche als Düngemittel sehr der Anwendung verdienen.

Stöckhardt hat derartige Abfälle der Thransiederei von Finkenhagen in Norwegen untersucht und dieselben, welche äußerlich eine homogene, harzähnliche, grauschwarze Masse bildeten, wie folgt, zusammengesetzt gefunden:

Wasser	232
Fettes Oel	13,3
Stickstoffhaltige organische Substanz	55,1
Asche	8,4
	100,0
Stickstoff	5,65%
Phosphorsäure	2,25%

Mit diesen Thranabfällen sind von **Stengel** die folgenden Versuche gemacht worden.

Die Versuche wurden mit Hafer und Wiesengras angestellt.

a. Versuch auf Hafer.

Das Versuchsfeld bestand aus schwerem, drainirtem Thonboden mit einer 6zölligen Ackerkrume und Geröllunterlage. Die gedüngten Stücke waren je $^1/_2$ Morgen, das Ungedüngte dagegen mehrere Morgen groß. Die Thranabfälle wurden in Wasser vertheilt, was sich sehr leicht macht und vermittelst einer Brause gleichmäßig über den Boden gegossen. Zum Vergleich wurde noch Peruguano benutzt; derselbe wurde vor der Saat ausgestreut und untergeeggt. Die übrigen Angaben enthält die folgende Tabelle:

Art der Düngung.	Körner.	Stroh.	Spreu.
Ungedüngt	910 ℔	875 ℔	96
2 Centner Peruguano	1632 „	1684 „	140
2 „ Thranabfälle	1272 „	1388 „	120

b. Versuch auf Wiesengras.

Hierzu diente eine Feldwiese von derselben Bodenbeschaffenheit, wie das zum Haferversuche benutzte Ackerland. Jede Parcelle war $^1/_3$ Morgen groß. Die Thranabfälle wurden flüssig aufgebracht. Die Resultate des Versuchs mit den übrigen Daten enthält die folgende Tabelle.

In 2 Schnitten wurde pro Morgen geerntet:

Art der Düngung.	Grün.	Heu.
Ungedüngt	56,31 Ctr.	22,50 Ctr.
2 Centner Thranabfälle	89,00 „	39,00 „
4 „ „	103,00 „	45,62 „

Diese Versuche reden dem Dungwerthe der Thranabfälle entschieden das Wort; die Wirkung derselben beruht vor allem in ihrem Stickstoff- und Phosphorsäure-Gehalt.

Nach v. **Weber** werden die Thranabfälle in Norwegen als Düngemittel mit sehr großem Erfolge benutzt.

§ 334.

7. Abfälle bei der Talg-Darstellung.

Beim Ausschmelzen des Talges wird eine saure Flüssigkeit durch Abziehen vom Bodensatze gewonnen, welche nach R. Hoffmann die folgende Zusammensetzung hat:

Wasser	74,14
Schwefelsäure	2,59
Phosphorsäure	0,32
Fein vertheilte vegetab. Stoffe	20,15
Asche	2,80
	100,00
Stickstoff	1,8 %

Hoffmann schlägt für die Anwendung dieser Flüssigkeit vor, sie mit Kalk zu sättigen und einzudampfen; nach seiner Analyse besteht dann die breiige Masse (I) und das trockene Dungmittel (II) aus Folgendem:

	I.	II.
Wasser	55,4	12,33
Organische Stoffe	22,8	50,84
Kohlensaurer Kalk	1,9	3,40
Schwefelsaurer Kalk	8,4	13,40
Kalkerde	2,5	2,93
Phosphorsaurer Kalk	3,6	6,54
Eisenoxyd und Thonerde	0,9	1,46
Sand ꝛc.	5,5	8,90
	100,0	100,00
Stickstoff	?	5,02 %

Aus diesen Analysen geht hervor, daß so eine Masse von gutem Dungwerthe gewonnen wird.

§ 335.

8. Abfälle der Härings-Salzereien (resp. Räuchereien).

Beim Einsalzen der Häringe, entweder um gesalzene oder geräucherte Häringe zu präpariren, wird zunächst ein Theil der Fischmasse (ein Stück vom Halse mit den Eingeweiden) entfernt, welcher mit Erde zu Compost verarbeitet ein gutes Dungmaterial liefern würde, während es vielfach nur dazu dient, die Luft um die betreffenden Häuser zu verpesten. Ferner ist die Häringslake für die Düngung brauchbar, wie dies die folgende Durchschnitts-Analyse von Girardin und Marchand zeigt.

In einem Liter sind enthalten:

	Grm.
Kochsalz	255,11
Schwefelsaures Natron	5,73
Phosphorsaurer Kalk	0,98
Phosphors. Ammoniak-Magnesia	Spuren
Phosphorsaures Ammoniak	1,92
" Propylamin	3,53
Milchsaures Ammoniak	10,79
Eiweiß	1,90
Lösliche organische Stoffe	15,10
Unlösliche " " (Blut, Eiw. 2c.)	17,36
Feste Stoffe im Liter	318,18
Stickstoff in's Gesammt	5,89
" im Ammoniak u. Propylamin	2,396
Phosphorsäure	3,855

Weitere Analysen der Häringsabfälle liegen von Nantier (I) und A. Pagnoul (II, III und IV), sowie Versuche von dem letzteren und Hequet d'Orval vor.

Die Analysen ergaben die folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	20,55	14,80	39,58	47,70
Organische Stoffe	?	39,50	13,72	15,50
Fett	?	?	?	12,10
Phosphorsäure	1,19	4,70	1,95	2,30
Kochsalz	52,00	22,50	40,36	18,00
Sonstige unorganische und organische Stoffe	26,26	18,50	4,39	4,30
	100,00	100,00	100,00	99,90
Stickstoff	1,26%	4,30%	1,95%	2,40%

Diese Analysen zeigen den sehr wechselnden Gehalt der Häringsabfälle und gleichzeitig, daß der Kochsalzgehalt, da dieselben von gesalzenen Häringen herrühren, ein sehr bedeutender, aber auch sehr variirender ist.

Mit den Häringsabfällen, deren Zusammensetzung die Analyse von Nantier zeigt, machte Hequet d'Orval Versuche auf einem durch Raubbau verarmten Boden, dessen Ackerkrume mit 97,56 % Feinerde die folgende Zusammensetzung hatte:

Wasser	1,19
Humusstoffe	0,61
Eisenoxyd und Thonerde	2,00
Kalkerde	1,06
Kali	0,03
Natron	1,10
Phosphorsäure	0,07
Sand und Thon	93,86
	99,92
Stickstoff	0,09%

Zwei im Sommer gebrachte Felder dieses Bodens von mehreren Hectaren Größe wurden Mitte October mit Häringsabfällen und zwar 3000 kg. pro Hectar gedüngt und am folgenden Tage mit Weizen bestellt, dann extirpirt und geeggt. Ausgesäet wurde französischer und englischer Weizen (Golden drop). Auf den benachbarten mit Stallmist oder Poudrette gedüngten und gleichzeitig besäeten Feldern ging die Saat 14 Tage früher auf, als auf den mit Häringsabfall gedüngten.

Die Ernte ergab pro Hectar:

französischen Weizen . . .	10 hl. Körner und	3500 kg.	Stroh
englischen Weizen	5 „ „ „	2000 „	„
Weizen in Stallmist . . .	23 „ „ „	4400 „	„

Die Häringsabfälle haben demnach einen schädlichen Einfluß ausgeübt, welcher bei dem englischen Weizen in weit höherem Grade hervortrat, als bei dem französischen.

Die mit dem englischen Weizen bestanden gewesene Fläche wurde nach der Ernte tief gepflügt und Ende September mit Mengefutter (Roggen und Wicke), das pro Hectar 500 kg. Superphosphat erhielt, bestellt. Dies Gemenge gedieh vorzüglich und gab 5450 kg. pro Hectar Ertrag.

Aehnliche Erfahrungen wurden auf einem anderen 3 Hectar großen Felde gemacht, von dem 1 Theil 36000 kg. Stallmist pro Hectar, ein anderer 3000 kg. Häringsabfall pro Hectar erhalten hatte und Mitte März mit einem Gemenge von Erbsen und Bohnen bestellt war. In Stallmist wurden pro Hectar 7200 kg. (trocken) eines vorzüglichen Pferdefutters geerntet (der Schnitt kurz vor der Reife der Körner). In Häringsabfall kamen die wenigsten Samen zum Aufgehen, so daß die Saat vollständig mißglückte und das Feld nach 2 Monaten umgepflügt, mit 500 kg. Superphosphat gedüngt und mit Winterrogen bestellt wurde. Der Roggen stand befriedigend und lieferte 18 hl. Körner und ausgezeichnetes Stroh. Dieser Ertrag, wenn auch mittelmäßig, übertraf doch die besten Roggenernten der Gegend.

Schließlich wurde noch ein Versuch mit Hafer auf einem 3 Hectar großen Felde gemacht; Düngung pro Hectar 3000 kg. Abfälle, welche gleich mit der Saat untergebracht wurden. Der Hafer ging zwar spät auf, lieferte aber günstigere Resultate. Ertrag pro Hectar 27 hl. Körner (hl. = 47 kg.) und 2450 kg. Stroh. Der Hafer war kurz vor der Ernte durch einen 3tägigen Sturm geschädigt worden.

Von den Resultaten dieser Versuche ist die sehr verschiedene Empfindlichkeit der verschiedenen Früchte gegen die übermäßige Kochsalzzufuhr sehr beachtenswerth, denn dem Kochsalze allein können die nachtheiligen Wirkungen doch nur zugeschrieben werden. Erbsen und Bohnen versagten gänzlich, englischer Weizen litt stark, französischer wenig, und Hafer nur während der Keimung und der ersten Wachsthumperiode.

In den 3000 kg. Häringsabfall waren 1560 kg. Salz gegeben worden.

Versuche mit einer Kochsalzzugabe von 400 kg. zu Peruguano und Erdnußkuchenmehl hatten bei Weizen, Hafer und schlesischen Rüben keine sichtbaren Wirkungen weder in günstigem noch in schädlichem Sinne bewirkt.

Es ist daher bei der Düngung mit Häringsabfällen rathsam, die Düngung einerseits nicht zu stark und dann möglichst früh vorzunehmen, damit das Kochsalz seine schädliche Wirkung nicht auszuüben im Stande ist.

Um den Kochsalzgehalt dieser Abfälle zu verringern, hat A. Pagnoul die Häringsabfälle mit Wasser behandelt (1 kg. 2 mal mit ca. 1½ Liter) und durch Sieben das Flüssige entfernt oder mit Kalkwasser zum Sieden erhitzt, resp. einen Monat lang mit Kalkwasser stehen gelassen, dann durch ein Sieb dekantirt und die Rückstände getrocknet. Hierbei ergab sich, daß bei der Behandlung mit Wasser der Kochsalzgehalt zwar erheblich verringert (von 18,0 auf 3,3 %) aber auch nicht unerhebliche Verluste an Stickstoff (0,7 %) und Phosphorsäure (0,2 %) eingetreten waren. Die Behandlung mit Kalkwasser erwies sich noch ungünstiger. Es wird dann noch vorgeschlagen, die Abfälle zu entfetten, zu trocknen und zu mahlen. Wie sich bei allen diesen Operationen die Kosten stellen, ist nicht angegeben. Das beste wird daher jedenfalls die Verwendung geringerer Mengen und die recht frühe Düngung sein.

Abfälle der Sardinen.

Die aus Köpfen und Eingeweiden bestehenden Abfälle werden in Kerneval in einer Düngerfabrik zu Dünger verarbeitet. Das von den Rohabfällen ablaufende mit Blut und Oel gemischte Wasser dient direct zur Düngung der Wiesen in der Umgegend. Es genügen 10—15 Tonnen mit 1,34 % Stickstoff pro Hectar. Der feste Rückstand wird geröstet, abgepreßt und so aus 400 kg. Rohmaterial ca. 100 kg. Düngerkuchen mit 25 % Wasser gewonnen, die an der Luft getrocknet und dann gemahlen werden. Der fertige Dünger enthält:

Wasser	5,0
Organische Stoffe	50,0
Kalkphosphat	28,0
Kalkcarbonat und andere Salze	5,5
Kieselsäure	4,5
Stickstoff	7,0 %

Es ist somit durch die Art der Verarbeitung ein sehr guter Dünger gewonnen worden.

Die beste Verwendung der Häringsabfälle wird jedenfalls zunächst die zur Compostbereitung sein.

§ 336.

9. Abfälle der Blutlaugensalz-Fabrikation.

Das Blutlaugensalz, welches bekanntlich für die Technik ein sehr wichtiger Körper ist, wird im Großen durch Zusammenschmelzen stickstoffhaltiger Kohle, dargestellt aus Horn, Blut, Klauen, Lederabfällen, Wollstaub 2c., mit Pottasche erhalten.

Die durch das Schmelzen erhaltene schwarze Masse — die Schmelze — wird mit siedendem Wasser ausgezogen; die so gewonnene Flüssigkeit heißt Roh- oder Blutlauge und wird durch Umkrystallisiren gereinigt. Die hierbei verbleibenden Rückstände sind wegen ihres beträchtlichen Kaligehaltes für die Landwirthschaft von Wichtigkeit. Im frischen Zustande enthalten sie jedoch größere Mengen von Eisenoxydul und Schwefeleisen, weshalb sie vor ihrer Verwendung längere Zeit der Luft ausgesetzt werden müssen.

Karmrodt hat diese Rückstände im frischen Zustande (I) und verwittert (II) untersucht; die folgenden Analysen zeigen die gewonnenen Resultate:

	I.	II.
Kali und wenig Natron	12,0	10,6
Magnesia	1,2	1,3
Kalk	18,1	19,0
Eisenoxydul und wenig Eisenoxyd	8,0	—
Eisenoxyd und wenig Eisenoxydul	—	14,2
Mangan, Kupfer	0,5	—
Schwefeleisen (Kohlenstoffeisen, Phosphoreisen)	4,3	—
Berlinerblau	2,0	—
Lösliche Kieselsäure u. etwas Thonerde	3,3	4,5
Unlösliche Kieselsäure, Sand u. Thon	22,0	21,9
Stickstoffhaltige Kohle	11,0	10,0
Schwefelsäure	1,0	5,9
Phosphorsäure	5,6	6,4
Schwefel-, Chlor-, Cyan-Verbindungen, Kohlensäure	11,0	6,2

Diese Analysen ergeben die Wichtigkeit dieser Rückstände für die Landwirthschaft, und zwar sowohl wegen ihres bedeutenden Gehalts an Kali, sowie den an Phosphorsäure, Kalkerde und Schwefelsäure.

Anhang.

§. 337.

Seesterne und Muschelschalen.

Die Seesterne sind theilweise sehr verbreitet, so kommen sie z. B. an der Küste von Panne bis zur Scheldemündung in ungeheuren Massen vor. Da ihr Dungwerth ein wesent-

licher ist, so werden sie an den Küsten vielfach zur Düngung benutzt.

Analysen von Seesternen allein liegen, soweit mir bekannt, nicht vor; dagegen hat Hayvaert eine Analyse eines Gemenges von feingepulverten Muschelschalen und Seesternen gemacht, welchem der Name Coquilles animalisées gegeben ist; die Zusammensetzung desselben ist folgende:

Wasser	9,100
Organische Stoffe	3,405
Phosphorsaure Verbindungen	1,635
Thonerdesilikate	1,340
Kohlensaure Kalkerde	82,030
Magnesia, Kali, Natron an Schwefel- und Salzsäure gebunden und Verlust	2,489
	100,00
Stickstoff	1,095 %
Phosphorsäure	1,118 „

Die Zusammensetzung der Muschelschalen zeigt die folgende Analyse von Payen:

Kohlensaure Kalkerde	98,1
Phosphorsaure Kalkerde	1,2
Stickstoffhaltige organische Substanz	0,5
Anderweitige Beimengungen	0,2
	100,0

Der Vorschlag der Anwendung eines Gemenges von Seesternen und Muschelschalen ist von Bortier gemacht worden.

F. H. Storer untersuchte ferner die Schalen von Crustaceen und Molusken, um den Düngerwerth derselben festzustellen.

Der Hauptbestandtheil der Schalen der Schalthiere ist bekanntlich kohlensaurer Kalk; die Menge desselben wurde bei der Analyse nicht bestimmt, sondern die der neben dem kohlensauren Kalke vorkommenden Bestandtheile, d. i. die der Phosphorsäure, des Kali, des Stickstoffs und bei einigen auch die der Magnesia.

Untersucht wurden:

1) Schalen (Panzer) des gemeinen amerikanischen Seekrebses oder Hummers (Homarus Americanus, Milne-Edwards) nach dem Kochen der Thiere, doch mit Ausnahme der Schalen der Klauen oder Beine.

2) Trockene Schalen der gemeinen Krabbe (Lupa dicantha, Milne-Edwards) am Meeresstande unweit Woods-Hole in Massachusetts gesammelt.

3) Trockene Schalen des Pferdeschuhes oder der Königskrabbe (Limulus Americanus) auch Moluskenkrebs genannt, von ebenda. Panzer vom Rücken und den Beinen wurden thunlichst von anhaftenden Fleischresten befreit.

4) Schalen der gemeinen Auster (Ostrea Virginiana, Lister) im frischen Zustande vom Bostoner Markt erhalten.

5) Schalen der gemeinen Muschel (Mya arenaria) im frischen Zustande von einem Händler in Cambridge bezogen.

6) Schalen der gemeinen Quahaug oder Hart-Muschel (Venus mercenaria) von Woods-Hole.

7) Schalen der breiten See-Muschel oder Hennen-Muschel (Mactra gigantea), todt aufgesammelt und ausgebleicht am Strande von Manchester, Massachusetts.

8) Schalen der gemeinen kleinen Mießmuschel (Mytilus borealis, Lam.) vom Meeresstrande zu Woods-Hole. Die Schalen waren vom Seewasser reingewaschen, d. h. sie enthielten keine Spur der Thiere, denen sie zugehört hatten, waren auch meist gebleicht.

9) Schalen der großen oder Pferdemuschel (Mytilus modiolus, Turton) vom Seestrande zu Woods-Hole. Viele dieser Schalen waren etwas abgenutzt und wurmzerfressen.

10) Schalen der gemeinen Kamm- oder Jacobsmuschel von Kap Cod (Pectea concentricus, Say.).

11) Schalen der Seeschlange (Natica heros) von Woods-Hole.

Name:	Rohasche %	Glühverlust %	Kieselsäure und Sand %	Phosphorsäure %	Kali %	Stickstoff %
1) Seekrebs [1]	45,57	54,43	0,122	3,119	0,262	3,979
2) Krabbe	65,25	34,75	0,945	3,552	0,219	1,950
3) Königs-Krabbe	6,06	93,94	4,860	0,261	0,063	12,553
4) Auster [2]	98,37	1,63	0,424	0,065	0,040	0,083
5) Muschel	97,74	2,26	0,063	0,015	0,042	0,054
6) Quahaug od. Hartmuschel	96,89	3,11	0,088	0,018	0,037	0,013
7) Hennenmuschel	98,22	1,78	0,066	0,025	0,023	0,022
8) Mießmuschel	96,88	3,12	0,061	0,030	0,031	0,283
9) Pferdemuschel	97,41	2,59	0,168	0,031	0,028	0,018
10) Kammmuschel	97,59	2,41	0,079	0,061	0,040	0,002
11) Seeschlange	96,77	3,23	0,324	0,017	0,046	—

[1] außerdem 15,667 % Magnesia; [2] 2,750 % Magnesia.

Storer bemerkt zu den Analysen: „Schon ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß außer dem kohlensauren Kalke der Gehalt an anderen düngenden Stoffen in den wirklichen Schalthieren ungemein gering ist. Die Schalen des Krebses und der Krabben dagegen sind nicht nur viel reicher an Phosphorsäure, Kali (auch Magnesia) und Stickstoff, als die Seemuscheln, sondern enthalten auch genügende Mengen dieser Bestandtheile, um sie der Beachtung derjenigen Landwirthe zu empfehlen, welche mit wenig Mühe und Unkosten sich dieselben verschaffen können.“

Im Allgemeinen glaubt Storer, abgesehen von der Königs-

krabbe, dem Seekrebse und vielleicht noch der gemeinen Krabbe, den Schalen der obengenannten und anderer Seethieren nur als specifischen Kalkdünger einen Werth beilegen zu sollen. Für die Verwendung empfiehlt Storer das Brennen derselben behufs Pulverisirung unter gleichzeitiger Verwandlung in Aetzkalk, wobei in den meisten Fällen der geringe Stickstoffgehalt verloren gegeben wird. Ich stimme dieser Ansicht Storer's voll bei.

II. Die vor Allem indirect düngend wirkenden Dungmittel.

Kapitel I.

Der Gyps.

§ 338.

I. Geschichtliches über die Gypsdüngung.

Der Gyps ist schon seit langer Zeit als Dungmittel angewendet; er soll bereits von den Alten und den Niedersachsen in grauer Vorzeit (von Letzteren „Dux" genannt) benutzt worden sein. Die erste sicher nachweisbare Anwendung desselben fällt in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wo Bergen Versuche mit demselben anstellte und ihn den Deutschen als Dünger sehr empfahl. Hierauf wurde dann die Verwendung des Gypses bald allgemeiner; sie verbreitete sich mit ungeheurer Schnelligkeit über Deutschland, die Schweiz, Frankreich, England und Amerika. Man pries den Gyps als einen Universal-Dünger (Medecin), der alle anderen Dünger überflüssig mache. Schwerz z. B. erklärte den Gyps für das Palladium der ganzen Landwirthschaft. Leider aber zeigte sich sehr bald, daß der so hoch gepriesene Gyps nicht überall und nicht für alle Pflanzen seinem Ruf entsprach. Es wurden nun von einer großen Anzahl von Landwirthen und Gelehrten theils Versuche mit Gypsdüngung angestellt, um hierdurch seine Wirkungen festzustellen, theils Erklärungen für letztere zu geben versucht. So beschäftigten sich in Deutschland nach Bergen, von welchem ebenfalls eine Erklärung der Wirkung des Gypses gegeben war, mit der Gypsfrage: Stumpf, Graf v. Schulenburg, Mayer, Schubert v. Kleefeld, Rückert, Thaer, Schübler, Sprengel,

Schwerz, Spazier, v. Liebig, Fr. Schulze, Stöckhardt, E. Wolff, Ritthausen, Fellenberg, Schulz-Fleeth, Hellriegel und Lucanus, Bretschneider und Küllenberg, Hulwa, Pincus und Bauck, Kreuzhage, K. Heinrich, E. Heiden; in Frankreich: Villèle, Chaptal, Sennebier, Caillat, Gasparin, Boussingault, Dumas, de Crüd, Dombasle, Kuhlmann und Mène, Déhérain, V. Ranquette; in England: R. Sommerville, Smith, Davy, Johnston, Melvin, Lawes und Gilbert; in Nordamerika: Franklin, welcher mit Riesenbuchstaben mit Gyps „Hier ist gegypst" auf die Felder an der Landstraße schrieb, und so den Vorübergehenden die große Bedeutung dieses Dungmittels ad oculos demonstrirte, Washington und Johnson; in der Schweiz: Tschiffeli; in Holland: Mulder und in Italien: A. Pesqualini.

Diese große Anzahl von Männern, welche nach der einen oder anderen Richtung hin Antheil an der Lösung der Gypsfrage genommen haben, documentirt einerseits die große Bedeutung, welche man derselben seit lange zugeschrieben hat, andererseits kann sie aber leider nicht zu dem Schluß berechtigen, daß somit auch ihre Lösung schon erfolgt sei.

Die Resultate der bis jetzt so zahlreich angestellten Versuche sind außerordentlich verschieden; theils zeigen sie wirkliche Erhöhung des Ertrages an frischen Pflanzen und an Heu, theils nur eine scheinbare, da nur der Ertrag an frischen Pflanzen durch vermehrte Wasseraufnahme ein größerer war, theils gar keine, da weder mehr frische, noch mehr trockene Pflanzen geerntet wurden. Sind die Ergebnisse der Versuche schon quantitativ wechselnd, so ist es qualitativ noch mehr der Fall, wie dies die weiter unten zu besprechenden Versuche näher zeigen werden.

Besitzen wir so eine große Anzahl sehr verschiedenartiger Resultate, so sind wir auch fast ebenso reich an Erklärungen, über die Art der Wirkung des Gypses.

Mit einer solchen Erklärung trat schon, wie bereits erwähnt, Berger auf; seine Nachfolger vermehrten dann die Zahl derselben schnell. Wir halten es hier nun nicht für geboten, alle diese Erklärungen, sei es auch noch so kurz, zu besprechen, ebenso wenig all die Versuche, welche die Litteratur in größerer oder geringerer Ausdehnung über diesen Gegenstand aufzuweisen hat, sondern es scheint uns hinreichend, wenn wir die Arbeiten der Neuzeit, so weit sie zur Illustration des jetzigen Standes der Gypsfrage dienen, einer Besprechung unterziehen.

§. 339.

II. Vorkommen, Eigenschaften und Zusammensetzung des Gypses.

Das Vorkommen, die Eigenschaften und die Zusammensetzung des reinen Gypses, des wasserfreien (Anhydrits), sowie des wasserhaltigen (des gewöhnlichen), sind bereits im I. Bd. p. 503 besprochen worden, so daß hier auf das dort Angeführte verwiesen werden kann.

Da aber der im Handel vorkommende Gyps nie ganz reiner schwefelsaurer Kalk ist, sondern stets noch geringe Beimengungen anderer Stoffe enthält und zwar bei guter Waare etwas kohlensauren Kalk (mit Spuren von Magnesia) und Sand, letzterer vom Mahlen herrührend, so halte ich es für erforderlich, um den Gyps zu characterisiren, Analysen der bekanntesten im Handel vorkommenden Gypssorten anzuführen.

	Gyps von Katharein	Wappno-Gyps		Französischer Gyps	Dürrenberger Gyps	Dixenberger Gyps	Sperenberger Gyps	Unterfränkischer Gyps, in Bamberg verarbeitet	Württembergischer Gyps, in Crailsheim verarbeitet	Schlesischer Gyps aus Haugsdorf	Neuländer Gyps
	A. Handtke	E. Heiden		E. Heiden	A. Stöckhardt	E. Donath		Versuchsstation Münster		E. Güntz-Pommritz	Fr. Voigt-Pommritz
Wasser		19,70	20,10	20,35	22,43	11,07	12,11	19,13	19,64	20,74	20,77
Kalkerde	92,62	31,65	31,04	32,64	28,54	41,77	32,48	69,33	73,28	31,89	32,28
Schwefelsäure . .		45,20	44,33	46,33	40,78		55,41			45,57	46,13
Kohlensaurer Kalk	1,28	3,46	3,18	0,16	1,32	2,71	—	3,13	1,32	1,61	—
Magnesia	0,06	—	—	0,07	—	kohlensaure Magnesia 16,10	Spur	kohlensaure 1,76	Magnesia 2,26	—	Spur
Eisenoxyd u. resp. Thonerde . . .	—	—	—	0,20	—	—	Spur	2,00	2,19	—	—
Sand u. Thon .	0,14	0,14	0,80	0,10	2,09	28,71	—	4,65	1,31	0,23	0,95
	94,10	100,15	99,45	99,85	95,16 [1]	100,36	100,00	100,00	100,00	100,04	100,13
Gyps	92,62	96,40	95,36	99,32	87,68	41,77	87,89 [2] wasserfr.	87,69	92,69	97,98	99,18

[1] Außerdem noch 4,84 % Kochsalz und Thonerdeverbindungen mit kleinen Mengen Magnesia, Kali rc.

[2] Entsprechend wasserhaltigem (gewöhnlichem) Gyps 119,14; es muß hier ein Gemisch von gewöhnlichem Gyps und Anhydrit vorliegen.

Leider sind aber nicht alle im Handel gebotene Gypse so beschaffen, wie die obigen Analysen zeigen, sondern es kommen immer noch verschiedene Fälschungen vor, so daß dem Landwirthe unter allen Umständen dringend anzurathen ist, nur garantirte und untersuchte Waare zu kaufen.

So enthielt z. B. eine von W. Mayer untersuchte, in Prag als Düngergyps angebotene Waare nur 1,74 Schwefelsäure, entsprechend 3,01 % Gyps, neben 56,27 in Salzsäure Unlöslichem (Sand), der Rest bestand aus kohlensaurem Kalk, Eisenoxyd, Thonerde u. s. w.

J. König fand in unter dem Namen Düngergyps in den Handel gebrachten Abfällen neben 15 % Gyps ca. 22 % schwefligsauren und unterschwefligsauren Kalk. Abgesehen von dem großen Mindergehalt an Gyps muß vor der Verwendung solcher Abfälle ihrer Schädlichkeit für die Pflanzen wegen gewarnt werden.

Der Verfasser untersuchte eine unter dem Namen Gyps eingesandte Substanz, welche fast nur kohlensauren Kalk enthielt.

Fr. Anthon und R. Hoffmann empfehlen zunächst für Böhmen, wo natürliche Gypslager fehlen, die Erzeugung von künstlichem Gyps aus Schwefelkies und solchen enthaltenden Mineralien.

Der Gyps kann aus Schwefelkies gewonnen werden:

a) Durch Verbrennen der Schwefelkiese in besonderen Oefen und Leiten der gebildeten schwefligen Säure über zu Staub gelöschten Kalk.

b) Durch Rösten oder bloßes Verwittern, Auslaugen und Versetzen der schwefelsäurehaltigen Lauge mit der entsprechenden Kalkmenge.

Hoffmann schlägt ferner zur Erzeugung von Gyps die Benutzung von Wässern vor, welche bereits fertig gebildete Schwefelsäure enthalten und denen nur Kalk zugesetzt zu werden braucht. Solche Wässer sind nicht selten; sie fließen oft viele Procente Schwefelsäure enthaltend, aus aufgelassenen Kohlenwerken u. dgl.

III. Wirkung des Gypses.

§. 340.

Die Wirkung des Gypses kann eine directe oder eine indirecte sein, oder kann in beiderlei Weise erfolgen.

Ist die Wirkung des Gypses eine directe, so muß sie entweder auf dem Kalkerde- oder Schwefelsäure-Gehalte des Gypses oder auf beiden beruhen.

1. Directe Wirkung des Gypses.

a. Wirkt der Gyps durch seinen Kalkerde-Gehalt?

Der Hauptvertreter der Ansicht, daß die Wirkung des Gypses vornehmlich der Kalkerde desselben zuzuschreiben sei, ist

Boussingault. Dieser ausgezeichnete Forscher hatte zwei Jahre hindurch Versuche mit Gypsdüngung auf Klee angestellt und hierbei gefunden, daß der gegypste Klee bedeutend mehr Kalkerde als der ungegypste enthielt, während dagegen die Schwefelsäure-Menge des gegypsten Klees nicht wesentlich größer, als die des ungegypsten war und bei weitem nicht hinreichte, um mit dem aufgenommenen Kalke Gyps zu bilden. Aus dieser Thatsache folgerte Boussingault, daß der Gyps im Boden zerlegt und vor allem die Kalkerde aufgenommen worden wäre.

Bei dem Versuche des Jahres 1841 enthielt die Ernte

	Kalkerde:	Schwefelsäure:
1. des gegypsten Klees . . .	79,4 Kilogr.	9,2
2. des ungegypsten Klees . .	32,2 „	4,4
und im Jahre 1842:		
1. des gegypsten Klees . . .	102,8 „	9,0
2. des ungegypsten Klees . .	32,2 „	3,0

Im Jahre 1841 hatte somit der gegypste Klee 47,2 Kilogr. Kalkerde und 4,8 Kilogr. Schwefelsäure und im Jahre 1842 70,6 Kilogr. Kalkerde und 6 Kilogr. Schwefelsäure pr. Hectare mehr als der ungegypste aufgenommen. Die im Jahre 1841 mehr aufgenommene Schwefelsäure erfordert zur Gypsbildung 3,4 Kilogr. und die vom Jahre 1842 5,2 Kilogr. Kalkerde.

Aus diesen Resultaten, sowie daraus, daß nach seinen Untersuchungen der Klee, sowie die anderen Leguminosen nicht mehr Schwefel, als die Cerealien enthalten (?), bei denen der Gyps, wie die Versuche mit Weizen, Roggen und Hafer darthaten, nicht wirkte, sowie daraus, daß die ausgelaugte Asche, die vor allem reich an kohlensaurem Kalke ist, ebenfalls nach Schwerz auf künstlichen Wiesen (Flandern) sehr günstige Resultate hervorbringt und schließlich daraus, daß nach den Untersuchungen von Rigaud de l'Isle der Gyps nur auf Bodenarten wirkt, welche kalkarm sind, schließt Boussingault, daß die Wirkung des Gypses auf seinem Kalkgehalte beruhe.

Diese Ansicht, welche Boussingault durch neue 1849 angestellte Versuche bestätigt findet, steht ziemlich isolirt da; gegen dieselbe sprechen sehr viele der anderen Versuche. Erwähnt sollen hier nur die von Smith und Villèle werden, welche von Boussingault selbst speciell beschrieben werden, und welche bei Anwendung des Gypses auf Kreideboden, also einem Boden, dem es sicherlich an Kalk nicht fehlte, ausgezeichnete Resultate ergeben haben. Diese Versuche thun dar, daß bei ihnen die Wirkung des Gypses nicht durch seinen Kalkgehalt zu erklären ist. Eine Reihe anderer Versuche, welche jetzt weiter zu behandeln sind, widersprechen ferner direct den von Boussingault erhaltenen Resultaten.

Wenn die Vermehrung des Kalkgehaltes des gegypsten Klees für die Wirkung des Gypses durch seinen Kalkgehalt spräche, dann könnten auch die folgenden Versuche des Verfassers dafür als Beweis hingestellt werden.

Bei diesen Versuchen, welche der Verfasser im Verein mit L. Brunner ausführte, ergab die gegypste Parcelle sowohl an frischem Klee als an Heu einen Minderertrag und zwar pro Scheffel Land, der Größe der Versuchsfläche:

	frische Pflanzen:	Kleeheu:
Gegypst . . .	13539,3 ℔	3261,5 ℔
Ungegypst . .	15151,3 „	3350,5 „
Ungegypst mehr	1612,0 ℔	89,0 ℔

Der gegypste Klee war dagegen reicher an Protein, Fett und etwas auch an stickstofffreien Nährstoffen, ferner an Kalkerde, Magnesia, Eisenoxyd, Natron und Kieselsäure, der ungegypste dagegen wesentlich reicher an Rohfaser und Asche und in dieser vor allem an Kali, in geringen Mengen auch an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor. Der Futterwerth des Klees war somit durch das Gypsen erhöht und der Boden an Kali in hohem Grade vor Verlusten bewahrt worden.

Die Ernte pro Scheffel Land enthielt:

	beim gegypsten:	ungegypsten Klee:	Der gegypste Klee mehr (+), resp. weniger (—):
Proteinkörper	528,1 ℔	495,2 ℔	+ 32,9
Fett	156,8 „	141,6 „	+ 15,2
Stickstofffreie Nährstoffe	992,6 „	991,3 „	+ 1,3
Rohfaser	796,9 „	866,2 „	— 69,3
Asche	174,0 „	219,3 „	— 45,3
	2648,4 ℔	2713,6 ℔	— 65,2
Kalkerde	69,52 ℔	57,40 ℔	+ 12,12
Magnesia	23,02 „	15,81 „	+ 7,21
Kali	39,61 „	105,18 „	— 65,57
Phosphorsäure . . .	17,42 „	17,71 „	— 0,29
Schwefelsäure . . .	12,78 „	12,95 „	— 0,17

Trotz der Verringerung der Ernte ist bei diesem Versuche durch Erhöhung des Futterwerthes und geringerer Entziehung des werthvollen Kalis eine günstige Wirkung des Gypses zu constatiren; dabei kann und soll nicht ausgesprochen werden, daß dieselbe durch den Kalk des Gypses allein bedingt ist.

§ 341.

2. Wirkt der Gyps durch seinen Gehalt an Schwefelsäure?

Die Ansicht, daß der Gyps durch seine Schwefelsäure wirke, wurde zuerst von Sprengel ausgesprochen; der Gyps influirt nach Sprengel besonders auf die Blattbildung. Auch der Graf Gasparin schreibt der Schwefelsäure die großen Erfolge der Wirkung des Gypses zu; ebenso hielt Fr. Schulze in der ersten Auflage seiner ausgezeichneten Agriculturchemie die Schwefelsäure für den bei der Wirkung des Gypses in erster Reihe stehenden Bestandtheil, eine Ansicht welche er in der zweiten Auflage zwar modificirt, aber noch nicht ganz aufgegeben hat.

Fellenberg wendete den Gyps zu Klee und Esparsette an und fand bei der Untersuchung der geernteten Pflanzen, daß der Kalkgehalt des gegypsten Klees nur wenig den des ungegypsten überstieg und daß bei der Esparsette die gegypste sogar weniger als die ungegypste enthielt, dagegen fand er bei den gegypsten Pflanzen eine 3—4fach größere Menge Schwefelsäure. Aus dieser Thatsache schloß Fellenberg, daß es nicht die Kalkerde, sondern die Schwefelsäure sei, welche bei der Wirkung des Gypses vor allem in Betracht komme. Fellenberg schreibt aber der Schwefelsäure nicht als directes Nährmittel, sondern als Bindemittel für das Ammoniak die Hauptrolle zu, eine Ansicht, zu deren Besprechung wir weiter unten gelangen werden.

Die Resultate der Versuche von Fellenberg werden durch die von Ritthausen bestätigt; auch hier ist der Schwefelsäuregehalt des gegypsten Klees größer als der des ungegypsten, dagegen der Kalkgehalt des ungegypsten sogar größer als der des gegypsten. Die Versuche Ritthausen's lieferten ferner das interessante Resultat, daß der Erfolg der Gypsdüngung oft nur ein scheinbarer sein kann, indem bei dem gegypsten Stücke der Ertrag an frischen Pflanzen zwar ein größerer als der von dem ungegypsten, dagegen nicht der an getrockneten (Heu) war.

Die gewonnenen Zahlen sind:

Auf einem sächs. Acker wurden geerntet:

Gegypst:	259,4 Ctr. frische Pflanzen	=	55,95 Ctr. Heu
Ungegypst:	219,3 „ „ „	=	60,56 „ „

Die gegypsten Pflanzen waren somit wasserreicher als die ungegypsten.

Von den weiteren Ergebnissen dieser Versuche ist ferner hervorzuheben, daß die gegypsten Pflanzen an Proteinstoffen reicher und an stickstofffreien ärmer als die ungegypsten waren.

Ein Theil der von Ritthausen erhaltenen Resultate werden ferner von Hellriegel bestätigt. Bei dessen Versuchen, bei denen der Gyps aber einen wirklichen Mehrertrag gegeben

hatte, *waren die gegypsten* Pflanzen ebenfalls an Wasser und **Proteinstoffen** *reicher, als* die ungegypsten, dagegen ärmer an **stickstofffreien** Stoffen.

Im Gegensatze zu den Resultaten dieser Versuche stehen aber **wieder** die von **Brettschneider** und **Küllenberg** erhaltenen; hier war der gegypste Klee beim ersten Schnitt etwas wasserhaltiger, beim zweiten dagegen im Wassergehalt gleich dem ungegypsten, an Proteinstoffen bei beiden Schnitten ärmer als der ungegypste und der Gehalt an stickstofffreien Stoffen ein schwankender.

Anders sind wieder die von **Hulwa** erhaltenen Resultate; bei seinen Versuchen ist die Asche des gegypsten Klees reicher an Schwefelsäure und Kalkerde, der gegypste Klee dagegen ärmer an Proteinstoffen; der Wassergehalt variirt wenig. In Betreff des Ertrages correspondirt dieser Versuch ziemlich mit dem von **Ritthausen**: beim ersten Schnitte ist die Menge an frischen Pflanzen beim gegypsten größer als beim ungegypsten Klee, was dagegen bei dem getrockneten sich umgekehrt herausstellte.

Besonders wichtig für die Frage sind ferner die Versuche von **Pincus** und **Bauck**; **Pincus** stellte nämlich Versuche mit Gyps und Bittersalz (schwefelsaurer Magnesia) an. Beide Salze erzeugten einen wirklichen Mehrertrag:

Ungedüngt wurden pr. Morgen geerntet	21,6	Ctr.	Heu
Mit Gyps gedüngt	30,6	„	„
„ Bittersalz „	32,4	„	„

Die Wirkung des Bittersalzes ist hier somit noch eine größere, als die des Gypses. Die Untersuchung der geernteten Pflanzen zeigte ferner, daß der mit Gyps und mit Bittersalz gedüngte Klee mehr Schwefelsäure, dagegen etwas weniger Kalkerde als der ungedüngte enthielt. Die Menge der Proteinkörper ist bei den gedüngten Pflanzen in allen Theilen derselben vergrößert.

Ueberblicken wir die aufgeführten Versuche mit ihren Resultaten, so sprechen sie entschieden aus, daß der Kalkgehalt bei der directen Wirkung des Gypses keine irgendwie erhebliche Rolle spielen kann, daß dagegen der Schwefelsäure eine wichtigere Rolle als dem Kalke zugeschrieben werden muß, da fast bei allen der Gehalt der gegypsten Pflanzen an Schwefelsäure ein größerer als der des ungegypsten war, was sich weiter meistens im vermehrten Gehalte an Proteinkörpern zeigte.

§. 342.

b. Wirkt der Gyps gleichmäßig durch seine beiden Bestandtheile?

Rückert sprach zuerst die Ansicht aus, daß der Einfluß des Gypses darin zu suchen sei, daß derselbe als solcher in die Pflanzen übergehe und so das Wachsthum derselben befördere. Durch diesen Ausspruch stieß er alle bis dahin gegebenen, wunderlichen Erklärungen um, nach denen der Gyps z. B. „als besondere Tugend", als „ein Reizmittel" u. s. w. wirken sollte, und brach so einer rationellen Erklärung Bahn. Dieser Ansicht Rückert's stimmen dann Davy und Chaptal bei, welche also in der gesteigerten Aufnahme von Gyps die Ursache des erhöhten Wachsthumes des Klees finden. Auch Caillat nimmt an, daß der Gyps als solcher von den Pflanzen aufgenommen werde, jedoch führt er auch an, daß der Gyps außerdem eine Veränderung im Boden bewirke und eingehe.

Daß aber diese Erklärung ebenfalls keine befriedigende sein kann, hat die bisherige Betrachtung gezeigt.

Die bis jetzt besprochenen Versuche weisen auf das Entschiedenste darauf hin, daß man bei der Erklärung der Wirkung des Gypses nicht allein seine directe Wirkung in's Auge zu fassen hat, sondern daß man das Hauptgewicht auf die indirecte legen muß.

2. Indirecte Wirkung des Gypses.

§. 343.

a. Der Gyps wirkt durch Bindung des Ammoniaks, des Bodens und der Luft.

Im Jahre 1831 erklärte Spazier die Wirkung des Gypses dahin, daß er das in der Ackererde gasförmig enthaltene Ammoniak binde, welches dem Boden sonst wegen seiner Flüchtigkeit verloren gehe.

Schwefelsaure Kalkerde und kohlensaures Ammoniak setzen sich, wenn beide unter bestimmten Verhältnissen zusammenkommen, in der Art um, daß sich kohlensaurer Kalk und schwefelsaures Ammoniak bilden. Unter anderen Verhältnissen findet aber, wie hier gleich bemerkt sein mag, das Umgekehrte statt.

Spazier hatte ein kleines Gartenbeet mit frischem Pferdemist gedüngt und dasselbe, nachdem einige Erbsen und Bohnen hineingepflanzt

waren, ungefähr eine Linie hoch mit feinem Gypspulver überstreut. Die Pflanzen wurden vor Regen geschützt und bei trockenem Wetter begossen. Drei Wochen nach der Düngung untersuchte Spazier den Gyps und fand, daß der größte Theil desselben in kohlensauren Kalk verwandelt war; die Erde ferner, welche vor dem Versuche keine kohlensauren Salze enthalten hatte, zeigte bis zur Tiefe von 1/2 Fuß dieselben durch Aufbrausen; in dem kalten Auszuge der Erde wurde schwefelsaures Ammoniak gefunden: dies waren die Umstände, welche Spazier zu der oben angeführten Erklärung veranlaßten.

Bevor wir zur kritischen Betrachtung dieser Theorie schreiten, sei zunächst noch angeführt, daß v. Liebig dieselbe später vervollständigte und zu der seinigen machte. v. Liebig betont noch vor allem die Fixirung des kohlensauren Ammoniaks der atmosphärischen Luft, aber nicht, wie ihm von einigen Seiten nachgesagt worden ist, als einzige Quelle des von dem Gypse zu bindenden kohlensauren Ammoniaks. Er sagt z. B.: „Denken wir uns einen Acker mit Gyps bestreut, den wir mit gefaultem Urin, mit Mistjauche überfahren, so wird alles kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures verwandelt, was im Boden bleibt."

Das durch den Gyps aus dem kohlensauren Ammoniak der Atmosphäre und des Bodens entstandene schwefelsaure Ammoniak wirkt nach v. Liebig nicht allein als directe Stickstoffquelle, sondern auch als Lösungsmittel für die Mineralstoffe des Bodens, vor allen für die phosphorsauren Salze.

Diese Theorie der Gypswirkung, welche auch von von Liebig später selbst zum Theil wieder aufgegeben, ist jetzt nicht mehr haltbar. Aus den Absorptions-Erscheinungen des Bodens wissen wir, daß in demselben zunächst nur geringe Mengen von kohlensaurem Ammoniak enthalten sind, woraus folgt, daß der Boden durch Verflüchtigung von kohlensaurem Ammoniak auch nur geringe Mengen desselben verlieren könnte. Ferner haben die Versuche Brustlein's ergeben, daß die Ackererde für sich also ohne Vermittelung des Gypses das Vermögen besitzt, gasförmiges Ammoniak zu fixiren. Durch den Gyps wird hiernach im Boden nur wenig schwefelsaures Ammoniak gebildet werden können, woraus folgt, daß die günstige Wirkung, welche dieses auf die mineralischen Bodenbestandtheile ausüben soll, jedenfalls von keiner großen Bedeutung sein kann.

§. 344.

b. Der Gyps wirkt auf die sämmtlichen Nährstoffe der Pflanzen im Boden lösend.

Die Hauptwirkung des Gypses ist, wie die bisherige Betrachtung gezeigt hat, eine indirecte, sie besteht, wie wir soeben gesehen haben, nicht in Fixirung des kohlensauren Ammoniaks. Wir haben daher jetzt weiter die indirecte Wirkung des Gypses zu verfolgen und werden hierbei unmittelbar auf eine Thätigkeit desselben auf die Bodenbestandtheile überhaupt verwiesen, welche sowohl eine chemische als auch physikalische sein kann.

a. Chemische Wirkung des Gypses.

Dieselbe besteht in Löslichmachung der Pflanzennährstoffe des Bodens. Diese Behauptung läßt sich aus den vorliegenden Versuchen auf zweierlei Art beweisen.

Wir können sie nämlich einerseits durch die Versuche darthun, welche uns vollständige Analysen der gegypsten und nicht gegypsten Pflanzen vorführen und dann durch diejenigen, bei welchen ganz von den Pflanzen abgesehen und nur die Wirkung des Gypses auf den Boden zu studiren versucht wurde.

1. Beweisführung durch Vergleichung der Zusammensetzung der gegypsten und ungegypsten Pflanzen.

Der erste, dem wir genaue Analysen der bei den Kleedüngungs-Versuchen erhaltenen Ernten verdanken, ist Boussingault, nach dessen Berechnung der auf einem Hectare geerntete Klee die folgenden Mengen von Aschenbestandtheilen enthielt.

	Im Jahre			
	1841		1842	
	gegypst Kilogr.	ungegypst Kiolgr.	gegypst Kilogr.	ungegypst Kilogr.
Asche, frei von Kohlensäure	270	113	280	97
Kieselerde	28,1	22,7	104,0[1]	12,7
Eisenoxyd, Manganoxyd Thonerde	2,7	1,4	?	0,6
Kalkerde	79,4	32,2	102 8	32,2
Magnesia	18,1	8,6	28,5[2]	7,1
Kali	95,6	26,7	97,2	28,6
Natron	2,4	1,4	0,8	2,8
Schwefelsäure	9,2	4,4	9,0	3,0
Phosphorsäure	24,2	11,0	22,9	7,0
Chlor	10,3	4,6	8,4	3,0

[1] Nach Boussingault selbst wahrscheinlich bei der Bestimmung der Kieselsäure und des Natrons ein kleiner Irrthum begangen.
[2] und Eisen-, Manganoxyd und Thonerde.

Die Zahlen zeigen auf das schlagendste, daß der gegypste Klee die gesammten Mineralstoffe in wesentlich größeren Mengen, als der ungegypste aufgenommen hat. Hieraus folgt, daß der Gyps in der Art umsetzend — lösend — auf die Bodenbestandtheile influirt haben muß, daß dadurch ihre Aufnahme durch die Pflanzen ermöglicht ist. Wie Boussingault bei diesem Zahlen-Material nur dem Kalk allein das Wort hat reden können, ist bei diesem berühmten Forscher auffallend.

Diese Resultate werden weiterhin unter anderen durch die Versuche von Kreuzhage und A. Pesqualini sehr schön illustrirt.

Kreuzhage stellte sich bei diesen Versuchen die Frage: „Erstreckt sich die indirecte Wirkung des Gypses, falls man ihm nämlich nur eine solche zuschreiben darf, hauptsächlich auf einen Bodenbestandtheil und ist auf solchen Feldern, wo man keine Wirkung desselben beobachtet, seine Erfolglosigkeit vorzugsweise durch Erschöpfung des Bodens an diesem einen Nahrungsmittel zu erklären, oder werden durch seine Vermittelung sämmtliche Nahrungsstoffe in reichlicherer Menge der Pflanze aufnahmsfähig zur Disposition gestellt, hat also seine Unwirksamkeit ihren Grund in der Bodenerschöpfung überhaupt?“

Zur Lösung dieser Frage wurden sieben einfache Salze gewählt, bei deren Mengenbestimmung als Norm 2 Ctr. Gyps per M. zu Grunde gelegt und die übrigen Salze in äquivalenten Mengen angewandt wurden. Als Versuchsfeld diente ein Kleefeld, welches im Jahre vorher gekalkt und eine sehr ertragreiche Haferernte gegeben hatte; vorher war es 30 Jahre lang als Baumschule benutzt worden, ohne in dieser Zeit eine nennenswerthe Düngung erhalten zu haben. Der Boden, sandiger Lehm, war von keiner besonderen Güte, ließ jedoch, da er während der langen Brachzeit den wirksamen Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt gewesen, eine ertragreiche Ernte auch ohne Düngung erwarten, wie dies auch schon die reiche Haferernte gezeigt hatte. Das Versuchsstück war leider kaum einen halben Morgen groß, so daß jede Versuchs-Parcelle nur 2 Quadratruthen stark genommen werden konnte. Die Versuchs-Parcellen waren durch 1 Fuß breite Wege getrennt. Der Klee war dem Hafer untergesäet und gut durch den Winter gekommen. Die Düngung geschah am 20. April Abends nach schwachem Regenschauer und einer Temperatur von 4—5° R. Die Pflanzen waren zu dieser Zeit gut 1" hoch und zeigten auf dem Felde einen durchaus gleichmäßigen, normalen Stand. Die Dungsalze und die von denselben benutzten Mengen sind:

Schwefelsaurer Kalk	3,6	℔
Phosphorsaurer Kalk*)	5,5	"
Schwefelsaure Magnesia	6,6	"
Schwefelsaures Kali	4,7	"
Salpetersaures Kali	5,5	"
Schwefelsaures Natron	3,8	"
Salpetersaures Natron	4,5	"
Salmiak	2,9	"

In der ersten Zeit nach der Düngung war veränderliches Wetter; am 1. Juni trat 24stündiger Regen mit Gewitterschauer auf, darauf schwüle Temperatur, meist bedeckter Himmel und sehr viel Regen; am 12. Juli wurde der erste Schnitt genommen und die Ernte am 20. gewogen und eingefahren. Die ersten folgenden 4 Wochen war das Wetter sehr heiß, so daß die Vegetation, wie beim ersten Schnitte, wenig vorwärts schritt, dann folgten 6 Wochen mit vorherrschend Regen, während welcher Zeit der Klee kräftig heranwuchs. Am 8. September wurde der zweite Schnitt genommen, welcher leider des anhaltenden Regens wegen bis zum 22. September auf dem Felde bleiben mußte, bis er gewogen und eingebracht werden konnte.

Die Ernteerträge zeigt die folgende Tabelle.

*) Mit Schwefelsäure aufgeschlossene Knochenkohle, somit aus saurem phosphorsauren Kalk und Gyps bestehend.

Düngmittel	Angewandte Quantität der Düngmittel: auf zwei Quadr.-Ruthen	Angewandte Quantität der Düngmittel: auf einen Morgen berechnet	Ertrag an Kleeheu pro zwei Quadrat-Ruthen: Erster Schnitt	Ertrag an Kleeheu pro zwei Quadrat-Ruthen: Zweiter Schnitt	Ertrag an Kleeheu pro zwei Quadrat-Ruthen: Gesammt-Ernte	Ertrag an Kleeheu pro Morgen berechnet: Erster Schnitt	Ertrag an Kleeheu pro Morgen berechnet: Zweiter Schnitt	Ertrag an Kleeheu pro Morgen berechnet: Gesammt-Ernte	Gehalt an Trockensubstanz in 100 Th. Kleeheu: Erster Schnitt	Gehalt an Trockensubstanz in 100 Th. Kleeheu: Zweiter Schnitt	Durchschnittlicher Ernte-Ertrag von wasserfreiem Klee auf einem Morgen: Erster Schnitt	Durchschnittlicher Ernte-Ertrag von wasserfreiem Klee auf einem Morgen: Zweiter Schnitt	Durchschnittlicher Ernte-Ertrag von wasserfreiem Klee auf einem Morgen: Summa beider Schnitte	Gehalt von 100 Theilen wasserfreiem Klee an Proteinsalz: Erster Schnitt	Gehalt von 100 Theilen wasserfreiem Klee an Proteinsalz: Zweiter Schnitt
	Ausgabe in Pfundgewicht					Angabe in Centner			Proc.		Angabe in Centner			Proc.	
Ungedüngt[1]	—	—	53	27	80	31,7	16,2	47,9	74,8	81,0	23,5	13 1	36,6	17,12	19,33
Salpetersaures Kali	5,5	330	50	27	77	30,0	16,2	46,2	73,3	80,7	22,0	13,1	35,1	18,44	18,56
Salpeters. Natron[2].	4,5	270	57,5	25,5	83	34,5	15,3	49,8	73,9	80,5	25,5	12,3	37,8	16,56	18,68
Schwefelsaures Kali[2]	4,7	282	47	28,5	75,5	28,2	17,1	45,3	74,6	79,6	21,0	13,6	34,6	15,75	17,00
Schwefels. Natron[2].	3,8	228	55,5	27,5	83	33,3	16,5	49,8	70,1	80,8	23,3	13,3	36,6	19,00	18,44
Schwefels. Kalk[2]. .	3,6	216	60	29,5	89,5	36,0	17,7	53,7	73,3	80,0	26,4	14,2	40,6	17,25	18,62
Schwefels. Magnesia[2]	6,6	396	51	30,5	81,5	30,6	18,3	48,9	72,0	81,4	22,0	14,8	36,8	20,63	19,44
Phosphors. Kalk[2] .	5,5	330	53,5	30	83,5	32,1	18,0	50,1	76,2	79,2	24,5	14,2	38,7	20,69	18,00
Salmiak[2]	2,9	174	50,5	26,5	77	30,3	15,9	46,2	75,7	80,5	22,9	12,8	35,7	16,62	17,67

[1] Mittel von 5 Parcellen. [2] Mittel von je 2 Parcellen.

Zugleich wurde eine specielle Analyse der Ernten der beiden Schnitte ausgeführt.

Von den analytischen Resultaten sei hier nur in Betreff der Zusammensetzung der Asche des Klees erwähnt, daß der Schwefelsäuregehalt des gegypsten Klees gegenüber dem ungegypsten beim ersten Schnitte procentisch sich sehr wenig — 2,61 gegen 2,54 % — beim zweiten Schnitte dagegen bedeutend — 3,97 gegen 2,98 % — vermehrt zeigte, der an Kalk beim ersten Schnitte verringert war — 39,64 gegen 41,27 %, beim zweiten umgekehrt — 34,93 gegen 35,30 %, der an Kali beim ersten Schnitte vermehrt — 34,66 gegen 32,08 %, beim zweiten dagegen verringert — 36,05 gegen 37,35 %, der an Phosphorsäure beim ersten Schnitt verringert — 10,01 gegen 10,82 %, beim zweiten ebenso — 12,89 gegen 12,99 % u. s. w., so daß die Aschenanalysen in ihren procentischen Resultaten gegenübergestellt, einen Schluß nach irgend einer Richtung nicht geben.

Von den organischen Bestandtheilen ist die Proteinbestimmung ausgeführt worden; die gefundenen Zahlen sind auf der Tabelle mit angegeben: hier sehen wir beim ersten Schnitte beim gegypsten gegenüber ungegypsten Klee eine geringe Steigerung, beim zweiten dagegen eine Verminderung. Beim Superphosphate haben wir dagegen beim ersten Schnitte eine wesentliche Erhöhung und beim zweiten eine geringe. Interessant ist die nicht unbedeutende Verringerung des Proteingehaltes, vor allem nach schwefels. Kali, dann auch nach Salmiak sowie nach salpeters. Natron bei beiden Schnitten.

Die wichtigsten von Kreuzhage aus diesen Versuchen gezogenen Schlüsse sind folgende:

1) In dem zum Versuche gewählten Boden waren alle Bedingungen zu einem üppigen Wachsthum der Kleepflanze enthalten, wie der Ertrag von den ungedüngten Parcellen hinreichend beweist. Die klimatischen Verhältnisse, Witterung und Temperatur übten auf die kräftige Entwickelung der Pflanzen keinen nachtheilig störenden Einfluß aus; Trockenheit scheint die Vegetation des Klees schnell zum Stillstand zu bringen, dagegen viel Regen, selbst bei verhältnißmäßig niedrigerer Temperatur, dieselbe sehr zu begünstigen.

2) Von allen Düngemitteln hat allein der Gyps den Ertrag an Klee wirklich auffallend erhöht*).

3) Dieses Plus in der Ernte ist nicht auf Rechnung einer vermehrten Wasseraufnahme zu setzen, sondern zeigt sich in der reinen Trockensubstanz wieder.

4) Der Gyps in seiner Verbindung als schwefelsaurer Kalk, nicht eines seiner Bestandtheile allein, weder der Kalk noch die Schwefelsäure ruft die üppigere Vegetation des Klees hervor; denn jene Bestandtheile, in anderer Verbindung einzeln dem Boden in reichlicher Menge zugeführt, zeigen sich wirkungslos.

*) Dem Gypse am nächsten steht das Knochenkohlensuperphosphat.

Der günstige Einfluß des Gypses erstreckt sich mehr oder weniger auf sämmtliche Pflanzenorgane, wenn auch eine bevorzugte Stengelbildung nicht ganz abgeleugnet werden kann*).

5) Die unter dem Einflusse des Gypses gewachsenen Pflanzen haben der Analyse nach ihre üppigere Vegetation weder einer entsprechend vermehrten Kalk- noch Schwefelsäure-Aufnahme zu verdanken, dagegen einer vermehrten Zufuhr sämmtlicher mineralischer Nahrungsmittel. Diese muß also der Gyps als Lösungs-, Aufschließungs- und Verbreitungsmittel derselben bewirken, er muß wirkungslos bleiben, wo sie im Boden ungenügend vorhanden sind, wo der Boden erschöpft ist.

A. Pesqualini düngte am 30. April einen ziemlich kalkreichen, sandigen Thonboden (in kochender Salzsäure 13,6 % Kalk) per 100 Quadratmeter mit 5 Kilo Gyps in 2 Portionen, während eine ebenso große Fläche ungedüngt blieb. Die Ernte des Klees erfolgte am 21. Juni, als die ersten Blüthen erschienen, am 25. Juni in einem etwas weiter vorgeschrittenen Stadium der Blüthenbildung und am 4. Juli, als die meisten Pflanzen ausgebildete Blüthenköpfe hatten. Von der ungedüngten Parcelle wurden im Ganzen 42 und von der gedüngten 55 Kilo Heu geerntet. Durch die Düngung sind hiernach pro Hectar 1300 Kilo Kleeheu mehr geerntet. Ergiebt so der Versuch eine sehr gute Wirkung des Gypses in quantitativer Beziehung, so zeigen die ausgeführten chemischen Analysen in qualitativer Hinsicht interessanter Weise keine Erhöhung des Futterwerthes überhaupt sowohl in den organischen als unorganischen Bestandtheilen nur sehr geringe Differenzen.

Eine qualitative und quantitative Veränderung der Zusammensetzung der gegypsten Pflanzen gegenüber den ungegypsten haben auch die Untersuchungen von Ritthausen, Hellriegel, Brettschneider und Küllenberg, Hulwa, Bauck und Pincus, R. Heinrich, E. Heiden und L. Brunner gezeigt. Ohne auf diese Arbeiten hier specieller einzugehen, glaube ich, daß das bis jetzt Gegebene vollständig hinreicht, um festzustellen, daß die Hauptwirkung des Gypses weder in seinem Gehalte an Kalkerde, noch in dem an Schwefelsäure durch directe Aufnahme des einen von beiden oder beider bestehen kann, sondern, daß die Hauptwirkung desselben eine indirecte sein muß, bestehend in Löslichmachung der im Boden

*) Diese Erscheinung haben mehrere andere Versuche ebenfalls ergeben.

befindlichen Pflanzennährstoffe. Es ist jetzt weiter zu untersuchen, in welcher Weise der Gyps dies bewirkt und dies führt uns zur Betrachtung der Wirkung des Gypses auf die Ackererde.

§ 345.

2. Beweisführung durch Untersuchung der Wirkung des Gypses auf die Ackererde.

Da der zuerst zur Erklärung der Gypswirkung eingeschlagene Weg, welchen wir bis jetzt betrachtet haben, nicht zum erwünschten Ziele geführt hat, so lag nahe, denselben zunächst zu verlassen und auf einem anderen das Erstrebte zu erreichen zu versuchen. Dieser andere Weg kann nur der in der Ueberschrift bezeichnete sein, d. h. die Wirkung des Gypses auf die Ackererde, ganz abgesehen von den auf derselben erzielten Pflanzen, zu studiren.

Dieser Weg ist zuerst von Liebig betreten worden, welcher seine früher aufgestellte Theorie mit dem Fortschritte der Agriculturchemie selbst als unzureichend aufgab und die Wirkung desselben vor allem in durch denselben veranlaßten Umsetzungen der Bodenbestandtheile finden zu müssen glaubte und hiermit zugleich experimental vorging. Die Untersuchungen v. Liebig's erstreckten sich zunächst auf die Bestimmung der durch den Gyps in Lösung übergeführten Magnesia und bei einer Bestimmung auch auf das Kali.

v. Liebig ließ auf 300 Grm. einer Erde entweder 1 Liter reines Wasser oder 1 Liter Gypswasser 24 Stunden lang wirken und bestimmte dann die durch reines Wasser resp. durch Gypswasser gelöste Magnesia. Hierbei ergaben sich die folgenden Resultate:

	Destillirt. Wasser: Milligr.	Gypswasser: Milligr.
Erde von Bogenhausen . . .	30,2	70,6
Schleißheimer Erde.	31,6	87,8
Untergrund Bogenhausen. . .	12,2	84,2
Erde aus dem botanischen Garten	45,4	168,6
Erde von Bogenhausen I. . .	26,6	101,6
" " " II. . .	38,2	98,0
Erde von Schornhof	8,8	63,4
Erde von einem Baumwollenfeld (Alabama)	1,9	3,8

„Diese Zahlen geben zu erkennen, sagt v. Liebig, daß durch Gypsen die im Boden vorhandene Magnesia löslich und verbreitbar gemacht wird."

Ferner ließ Liebig auf 1000 Grm. Erde aus einem Weizacker 3 Liter reines Wasser, resp. 3 Liter Gypswasser einwirken und bestimmte das in Lösung getretene Kali.

Hier ergab sich gelöst an Kali

durch reines Wasser:	durch Gypswasser:
24,3 Milligr.	43,6 Milligr.

Nach v. Liebig machte Déhérain die nächsten Versuche in ähnlicher Art; Déhérain bestimmte hierbei das Kali.

Zu diesem Zwecke gypste Déhérain verschiedene Erdproben sehr stark (10fach) und untersuchte dann die wässerigen Auszüge derselben auf Kali. Die erhaltenen Resultate zeigt die folgende Tabelle.

Aus einem Kilogramme lufttrockener Erde wurde durch kaltes Wasser an Kali ausgezogen:

Bezeichnung der Erden.	Kali aus der nicht gegypsten Erde. Grm.	Kali aus der gegypsten Erde. Grm.	Differenz.	Dauer des Versuchs.
Russische Schwarzerde	0,048	0,136	+ 0,089	4 Monat
dieselbe	0,048	0,140	+ 0,092	15 Tage
dieselbe	0,048	0,288	+ 0,240	1 Monat
dieselbe	0,048	0,428	+ 0,380	$1^1/_2$ „
Eine andere russische Schwarzerde . .	0,128	0,138	+ 0,010	1 „
Erde von Chapelles (Seine-et-Marne) .	0,017	0,115	+ 0,098	1 „
Erde von Verclives (Eure) aus einem Spargelbeet	0,487	0,556	+ 0,069	1 „
„ von Rio-Parana	0,003	0,067	+ 0,064	1 „
„ von Sologne	0,192	0,202	+ 0,010	1 „
„ des Jardin des Plantes	0,046	0,355	+ 0,309	24 Stunden
„ von Eragny (Seine-et-Oise), ungegypst	0,084			
„ von Alfort, nie gegypst	0,082			
„ von la Guéritande (Indre-et-Loire), mit großem Vortheil gegypst . .	Spuren	0,105	+ 0,105	12 „
„ ebendaher — dito	Spuren	0,192	+ 0,192	12 „

In allen gegypsten Erdproben ist also die Menge des in kaltem Wasser löslichen Kalis vermehrt worden.

Ferner sind hier die von Dietrich mit verschiedenen Salzen, unter denen auch der Gyps war, angestellten Versuche,

über den Einfluß derselben auf Gesteine zu nennen, welche bereits im I. Bd. p. 530 und 531 beschrieben worden sind.

Schließlich sind von dem Verfasser eine Anzahl von Untersuchungen zur Erforschung der Umsetzungen, welche durch den Gyps im Boden bewirkt werden, angestellt. Bei der einen Reihe dieser Versuche ließ derselbe eine Gypslösung bestimmte Zeit lang auf Ackererde wirken; bei der anderen den Gyps in fester Form auf feuchte Erde, worauf diese dann mit einer bestimmten Menge Wasser erschöpft wurde.

Von diesen Versuchen führe ich in Kürze die folgenden an:

1) 100 Grm. Erde mit 200 Ccm. Wasser 7 Tage lang in Berührung; hierbei waren gelöst worden:

Kalkerde . . .	0,0116	Grm.
Magnesia . . .	0,0042	„
Kali	0,0112	„
Natron . . .	0,0056	„

2) 100 Grm. Erde und 200 Ccm. Gypslösung, welche 0,1714 Grm. Kalkerde enthielt; Zeit der Berührung 7 Tage.

Gelöst wurden:

an Kalkerde . .	0,1328	Grm.
„ Magnesia . .	0,0097	„
„ Kali . . .	0,0300	„
„ Natron . .	0,0077	„
somit waren an Kalkerde	0,0386	Grm.

absorbirt waren.

Hiernach sind also durch die Gypslösung mehr gelöst worden:

Magnesia . . .	0,0055	Grm.
Kali	0,0188	„
Natron . . .	0,0021	„

Absorbirt waren 0,0386 Grm. Kalkerde und an deren Stelle die Mengen der ebengenannten Basen in Lösung getreten, deren der Kalkerde entsprechenden Aequivalente 0,0377 betragen, woraus hervorgeht, daß hier ein reiner chemischer Proceß stattgefunden hat: für die absorbirte Kalkerde sind äquivalente Mengen der anderen Basen in Lösung getreten.

3) 100 Grm. Erde vom Untergrund desselben Feldes wurden erst mit Wasser gesättigt und dann mit 200 Ccm. Wasser übergossen; Zeit der Berührung 8 Tage.

In Lösung waren getreten:

Kalkerde . . .	0,0074	Grm.
Magnesia . . .	0,0042	„
Kali	0,0060	„
Natron . . .	0,0030	„
Kieselsäure . .	0,0010	„
Chlor	Spur	
Schwefelsäure .	geringe Spur	

4) 100 Grm. derselben ebenso behandelten Erde und 200 Ccm. Gypslösung, welche 0,1915 Grm. Kalkerde und 0,2704 Schwefelsäure enthielt; Zeit der Berührung 8 Tage.

Die Lösung enthielt:

Kalkerde . . .	0,1390	Grm.
Magnesia . . .	0,0117	"
Kali	0,0116	"
Natron . . .	0,0039	"
Schwefelsäure .	0,2447	"
Kieselsäure . .	0,0156	"
somit absorbirt an Kalkerde	0,0526	Grm.
und Schwefelsäure	0,0257	"

Von der Gypslösung sind mithin an Basen mehr gelöst worden:

Magnesia . . .	0,0075	Grm.
Kali	0,0056	"
Natron . . .	0,0009	"

Bei der anderen Versuchsreihe wurden je 200 Grm. Erde zunächst mit 60 Ccm. Wasser und entweder für sich 14 Tage stehen gelassen, oder noch mit 2 Grm. fein geriebenem Gypse innig gemischt und dann dieselbe Zeit stehen gelassen, darauf mit 200 Grm. Wasser übergossen und die Lösung nach 24 Stunden abfiltrirt. Hierbei wurden die folgenden Resultate erhalten.

1) Ohne Gyps:

Kalkerde . . .	0,0031	Grm.
Magnesia . . .	0,0020	"
Kali . . .	0,0092	"
Natron . . .	0,0046	"

2) Mit Gyps:

Kalkerde . . .	0,1080	Grm.
Magnesia . . .	0,0082	"
Kali	0,0138	"
Natron . . .	0,0068	"
Kieselsäure . .	0,0015	"
Schwefelsäure .	0,1903	"

Somit durch die Einwirkung des Gypses an Basen mehr gelöst:

Magnesia . . .	0,0062	Grm.
Kali	0,0041	"
Natron . . .	0,0017	"

In den Lösungen waren auch geringe Mengen von Phosphorsäure nachweisbar.

Aus diesen Resultaten läßt sich die Wirkung des Gypses auf die mineralischen Bestandtheile der Ackererde dahin erklären, daß derselbe im Boden Umsetzungen hervorruft, in Folgen deren die Basen Kali, Magnesia und Natron, in Lösung treten. Daß sich das Ammoniak, auf welches sich meine Untersuchungen bis jetzt noch nicht erstreckt haben, den genannten Basen anschließen wird, ist wohl mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen und zwar aus Gründen, welche gleich erörtert werden sollen.

Wir haben nun zunächst zu untersuchen, wie der Gyps das Kali, sowie die anderen Basen in Lösung überzuführen vermag? Diese wichtige Frage, welche sowohl von Liebig, wie von Déhérain offen gelassen worden ist, läßt sich nach meinen Versuchen dahin beantworten, daß die Wirkung des Gypses auf den Boden eine chemische ist, und darin besteht, daß ein Theil der Kalkerde des Gypses vom Boden absorbirt wird, an deren Stelle eine demselben äquivalente Menge der anderen Basen in Lösung tritt.

Zur näheren Erklärung füge ich noch Folgendes hinzu:

Aus dem im I. Bd. p. 345—370 besprochenen Absorptions-Erscheinungen des Bodes wissen wir, daß die Basen im Boden vor allem chemisch gebunden sind und zwar durch die wasserhaltigen Silikate, sowie durch die Humuskörper. Die Basen befinden sich somit im Boden in Form chemischer Verbindungen, als wasserhaltige Silikate, oder als humussaure Salze. Tritt Gyps hinzu, so findet ein Umtausch der Basen statt; die Kalkerde des Gypses tritt in die Verbindungen, in welchen sich die Basen im Boden befinden, ein, und dafür tritt eine derselben äquivalente Menge anderer bis dahin in chemischer Bindung vorhandener Basen in Lösung und zwar gebunden an die Schwefelsäure des Gypses, also als schwefelsaures Salz.

Da sich nun das Ammoniak ebenso wie die anderen bisher genannten Basen in derselben Art, wie diese, chemisch gebunden, im Boden befindet, so glaube ich, ist der Schluß, daß auch dieses durch den Gyps in Lösung übergeführt wird, sicherlich ein richtiger. Weitere Versuche werden natürlich erforderlich sein, um hierfür positive Beweise zu liefern.

Die Erklärung der Wirkung des Gypses, daß der Kalk desselben durch Substitution aus den Silikaten des Bodens andere, gebunden gewesene Basen, Magnesia, Kali, Natron und besonders Ammoniak verdränge, ist bereits von Mulder in seiner Chemie der Ackerkrume 1862 freilich ohne experimentelle Beweise ausgesprochen worden.

§ 346.

3. Einfluß des Gypses auf das physikalische Verhalten der Ackererden.

Im ersten Bande p. 235 u. f. haben wir die interessanten Versuche von Sachs über den Einfluß, welchen die physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens auf die Transpiration

der Pflanzen ausübt, besprochen und hier gesehen, daß unter anderen Salzen vor allem der Gyps die Verdunstung des Wassers durch die Blätter in ausgezeichneter Weise verzögert und den Wasservorrath im Boden den Pflanzen für längere Zeit zugänglich macht. Der Gyps wirkt somit als regulatorisches Princip, er verlangsamert die Wasseraufnahme, erhält so den Boden länger feucht und macht es der Pflanze möglich, noch längere Zeit ihren Wasserbedarf zu decken. Diese Eigenschaft des Gypses ist sicherlich für seine Wirkung nicht ohne Bedeutung und daher bei der Erklärung derselben wohl zu beachten.

§ 347.

Resume.

1. Der Gyps ist nur in untergeordnetem Grade als direktes Nahrungsmittel zu betrachten; bei dieser seiner Wirkung ist der Schwefelsäure die Hauptrolle zu vindiziren.

2. Die Hauptwirkung des Gypses ist eine indirekte; diese zerfällt

a. in eine chemische, welche in Löslichmachung der im Boden befindlichen Pflanzennährstoffe besteht, so daß sie für die Pflanzen aufnahmefähig werden. Der Gyps spielt somit den Vermittler bei der Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden durch die Pflanzen. Unerwähnt darf dabei aber nicht bleiben, daß hierdurch der Gyps zugleich eine Düngung des Untergrundes bewirkt, was für die Erklärung der Thatsache, daß er vor allem bei den Leguminosen seine Wirkung zeigt, von Bedeutung ist.

b. in eine physikalische als Regulator der Wasseraufnahme durch die Pflanze.

Mit dieser Erklärung der Wirkung des Gypses soll und kann aber nicht gesagt sein, daß sie eine erschöpfende sei; ferneren Versuchen bleibt es vorbehalten, das bis jetzt als feststehend zu Betrachtende weiter auszubauen, die Richtigkeit desselben zu bestätigen, resp. an Stelle des einen oder anderen Besseres zu setzen und noch Neues hinzuzufügen.

VI. Die Zeit des Ausstreuens des Gypses.

§ 348

Die geeignetste Zeit für das Ausstreuen des Gypses läßt sich allgemein nicht genau angeben, da die klimatischen Verhältnisse der betreffenden Gegend und die Entwickelung der Pflanzen hierfür entscheidend sind.

Das Ausstreuen geschieht am besten so früh im Jahre als dies die Witterungsverhältnisse und die Pflanzenentwickelung gestatten.

Der folgende Versuch von Ranquette giebt für die vorliegende Frage noch einigen Anhalt, weshalb derselbe hier seinen Platz findet.

V. Ranquette führte zu Hubaudière namentlich zu Luzerne mehrere Jahre hindurch Gypsdüngungs-Versuche aus, welche mit zur Beantwortung der geeignetsten Zeit des Ausstreuens des Gypses dienen sollten. Bei diesen Versuchen, bei welchen die Parcellen je 1 ha groß waren, wurde der Gyps im December resp. im März ausgestreut. Die erhaltenen Resultate sind die folgenden:

Zeit der Gypsdüngung.		Nr.	Erster Schnitt 28. Juni 1878		Zweiter Schnitt 30. Juli 1878		Summa	
			Grün kg	Heu kg	Grün kg	Heu kg	Grün kg	Heu kg
Erstes Feld	März 1877	1	10500	3300	6000	2650	16500	5950
	December 1877	2	13000	3900	10000	3050	23000	6950
	März 1878	3	11600	3700	7300	2800	18900	6500
	Ungedüngt	4	5600	1850	4000	1300	9600	3150
			20. Juni		5. August			
Zweites Feld	März 1877	1	9050	3165	7100	2600	16150	6065
	December 1877	2	14330	6030	11200	4300	25530	10330
	März 1878	3	12530	5125	9000	3270	21520	8395
	Ungedüngt	4	6510	2715	4300	1585	10450	4250

Der dritte Schnitt wurde abgeweidet; Unterschiede, ähnlich den bei den beiden ersten Schnitten waren deutlich zu erkennen.

Diese Versuche zeigen eine sehr schöne Wirkung des Gypses, wobei noch hervorzuheben ist, daß der Boden des Versuchsfeldes auf dem Plateau der Touraine ein kalkreicher Boden war, wodurch wieder der Beweis geführt, daß Gyps auch auf kalkreichem Boden wirksam sein kann.

Dann ergaben die Versuche, daß die Herbst- resp. Winterdüngung vor der Frühjahrsdüngung den Vorzug verdient. Bei dem ersten Versuche ist hierdurch ein Mehr von 450 kg und bei dem zweiten ein solches von 1935 kg Heu hervorgebracht worden. Da die Parcellen 1 ha groß, so sind die Resultate sehr interessant.

Aehnliche Versuche im folgenden Jahre ergaben gleiche Resultate.

V. Weshalb wirkt der Gyps in neuester Zeit nicht mehr so wie früher?

§ 349.

Bei der Gypsfrage drängt sich wohl Jedem die Frage auf, wie kommt es, daß die Wirkung des Gypses jetzt nicht mehr die, wie früher ist, wo Franklin Riesenbuchstaben mit Gyps auf die Felder an der Landstraße schrieb: „Hier ist gegypst“, um so allen Vorbeikommenden die vorzügliche Wirkung des Gypses ad oculos zu demonstriren.

Die bisher besprochenen Versuche documentiren bereits in ihren Resultaten die so sehr verschiedenartige Wirkung des Gypses. Als weiterer Beweis für die Wirkungslosigkeit des Gypses sei hier noch ein Versuch des Verfassers zunächst angegeben.

2½ ha des hiesigen Versuchsfeldes, getheilt in 10 Parcellen a ¼ ha waren im Jahre 1882 gleich gedüngt — pro ¼ ha mit 4 ℔ Stickstoff in Ammoniakform und 20 ℔ löslicher Phosphorsäure — und mit Gerste bestellt, in welche der Klee eingesäet war. Ein besonderer Versuch war nicht projektirt, sondern die Versuchsparcellen sollten nur durch gleiche Düngung und Bestellungen während mehrerer Jahre, soweit als möglich, in ihrer Ertragsfähigkeit ausgeglichen und diese festgestellt werden. Da aber eine so große Fläche mit Klee bestellt war, so entschloß sich der Verfasser die Gyps-Wirkung auf Klee nochmals zunächst für die hiesige Gegend

zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurden die 10 Parcellen der Länge nach halbirt und die eine Hälfte jeder Parcelle mit 50 Kilo Gyps am 4. Mai bestreut, während die andere so verblieb. Das Wetter zeigte sich dem durch Mäusefraß etwas decimirten Klee sehr günstig, so daß sich derselbe hübsch entwickelte. Der erste Schnitt wurde am 18. Juni genommen.

Da der erste Schnitt für den Gyps ein wenig ermunterndes Resultat ergeben hatte, so glaubte der Verfasser auf weitere chemische Untersuchung der Ernte verzichten zu sollen.

Die Entwickelung des zweiten Schnittes, begünstigt durch rechtzeitigen Regenfall, ging hübsch vor sich, da aber auch bei diesem ein Unterschied zwischen den gegypsten und ungegypsten Parcellen nicht wahrnehmbar war, so entschloß sich der Verfasser, noch durch andere Gründe bestimmt, den Klee reif werden und bei der Ernte nur das Erntegewicht der Parcellen feststellen zu lassen. Der Klee reifte langsam, so daß die Ernte erst am 10. und 11. October stattfinden konnte.

Auf der folgenden Tabelle sind die gewonnenen Ernte-Resultate des ersten und zweiten Schnittes mit den ausgeführten Wasserbestimmungen des ersten Schnittes zusammengestellt:

Parcelle	Ertrag an Kleeheu pro 1/8 Hectar						Wassergehalt des frischen Klees beim ersten Schnitte		Ernte-Ertrag des ersten Schnittes auf Trockensubstanz berechnet pro 1/8 Hectar.	
	Ungegypst			Gegypst						
	Erster Schnitt Kilo	Zweiter Schnitt Kilo	Gesammt-Ernte Kilo	Erster Schnitt Kilo	Zweiter Schnitt Kilo	Gesammt-Ernte Kilo	Ungegypst %	Gegypst %	Ungegypst Kilo	Gegypst Kilo
I	431,5	567,1	998,6	422,7	472,1	894,8	78,33	78,15	303,0	271,7
II	409,8	472,6	882,4	366,7	446,4	813,1	78,78	78,57	275,7	253,4
III	358,2	462,6	820,8	378,0	450,7	828,7	78,92	78,11	241,0	269,6
IV	394,5	475,3	869,8	370,5	431,9	802,4	78,76	77,84	265,4	244,3
V	403,6	455,0	858,6	374,2	484,8	859,0	78,37	77,38	246,5	236,5
VI	371,2	437,6	808,8	396,2	457,0	853,2	78,01	78,62	249,7	266,6
VII	431,5	516,8	948,3	398,2	475,8	874,0	78,57	78,67	299,3	275,4
VIII	346,7	424,9	771,6	337,2	360,9	698,1	79,17	79,43	233,3	226,8
IX	345,2	404,6	749,8	304,5	425,4	729,9	77,73	76,84	222,0	207,9
X	295,0	393,1	688,1	301,5	441,3	742,8	77,74	76,40	212,3	196,9
Summa .	3787,2	4609,6	8396,8	3649,7	4446,3	8096,0	—	—	2548,2	2449,1
Mittel .	378,7	461,0	839,7	365,0	444,6	809,6	—	—	254,8	244,9

Die Versuchs-Resultate ergeben keine günstige Wirkung des Gypses. Beim ersten Schnitt haben 7 und beim zweiten 6 ungegypste Parcellen mehr als die gegypste hervorgebracht, die Summen der Ernten der beiden Schnitte übertrafen bei 6 ungegypsten Parcellen die der gegypsten. Die 10 ungegypsten Parcellen haben 300,8 Kilo mehr als die gegypsten ergeben. Beim ersten Schnitt zeigt die Berechnung auf Trockensubstanz ein noch ungünstiges Resultat: hier haben nur 2 gegypste Parcellen mehr als die ungegypsten hervorgebracht. Man muß deshalb bestimmt aussprechen, daß eine günstige Wirkung des Gypses nicht vorliegt.

Hält man dieses Resultat mit dem einer Anzahl anderer Versuche zusammen, welche ähnliches zeigen, so drängt sich einem unwillkürlich die in der Ueberschrift bezeichnete Frage auf. Ohne auf diese Frage eine erschöpfende Antwort geben zu können, ja nur geben zu wollen, soll doch in Folgendem versucht werden, eine Erklärung für die Thatsache der so häufig sich zeigenden Nichtwirkung des Gypses auf Klee zu liefern.

Daß die Hauptwirkung des Gypses eine indirecte ist und vor allem in Löslichmachung der im Boden befindlichen Pflanzennährstoffe und Düngung der tieferen Schichten des Bodens besteht, kann wohl nach den bis jetzt vorliegenden Arbeiten als richtig angenommen werden. Die Zufuhr der künstlichen Düngemittel hat Ende der dreißiger Jahre (Knochenmehl) begonnen, ist jedoch anfänglich, sowie die des Peruguano (1842) nur vereinzelt in einigen Theilen Deutschlands ausgeführt worden. Seit mehreren Jahrzehnten dagegen hat sich die Verwendung dieser Dungstoffe, sowie die einer Anzahl anderer in verschiedenen Ländern Deutschlands — wenn auch nicht in allen — in bedeutendem Grade gesteigert. Da durch die Düngung in der Regel mehr Nährstoffe dem Boden einverleibt als durch die Ernte entzogen werden, so sind die in intensiver Cultur stehenden Böden Deutschlands an Nährstoffen bereichert worden. Aus dieser Thatsache könnte man nach der obigen Erklärung der Gypswirkung den Schluß als berechtigt halten, daß der Gyps auf diesen Böden in seiner Wirkung um so günstiger sein müßte.

Und doch ist das Gegentheil der Fall!

Der Anwendung des Knochenmehles und des rohen Peruguano folgte anfangs der 60ziger Jahre die des aufgeschlossenen Peruguano, welcher sich bekanntlich in den intensiv bewirth-

schafteten Gegenden schnell Eingang verschaffte. Der Fabrikation des aufgeschlossenen Peruguano schloß sich jetzt unmittelbar die der Superphosphate an, wenn auch die Darstellung des aufgeschlossenen Knochenmehles von v. Liebig bereits über 2 Jahrzehnte früher gelehrt worden war, so hatten die deutschen Landwirthe davon wenig Notiz genommen. Seit Anfang der 60ziger Jahre werden somit aufgeschlossener Peruguano, Superphosphate, dann Ammoniak-Superphosphate, aufgeschlossener Fischguano rc. verwendet. Alle diese Düngemittel enthalten Gyps. Die Felder sind somit sehr häufig, oft jährlich mit Gyps gedüngt worden und der Gyps hat die ihm zugeschriebene Wirkung der Löslichmachung der Nährstoffe und der Düngung des Untergrundes fast jährlich bewirken können. Ist es da auffällig, daß eine besondere Gypsdüngung zu Klee ohne Wirkung bleibt?

Bei dem Pommritzer Versuche hatten die Parcellen, wenn keine Stallmistdüngung gegeben wurde, was alle 4 Jahre stattfand, und einige Male noch zu dieser, eine Reihe von Jahren Superphosphat und Ammoniak-Superphosphate erhalten, waren somit eine Reihe von Jahren nebenbei mit Gyps gedüngt worden. Betrachten wir ferner die bekannt gewordenen Versuche, über die zum größeren Theile, wenn auch meistens nur kurz vorher referirt worden ist, so dienen dieselben zur Bestätigung des soeben Gesagten. Die Versuche, welche günstige Wirkungen der Gypsdüngung zeigen, sind entweder schon vor einer Reihe von Jahren, wie die von Boussingault, Schwerz, Smith, Villèle und Anderen, angestellt worden, oder auf Feldern, welche bis dahin noch wenig gedüngt worden sind, wie die von Pincus und Bauck, Kreuzhage und Anderen. Es soll die obige Erklärung durchaus nicht als die einzige richtige hingestellt werden, da noch andere Factoren in Betracht kommen können; daß dieselbe aber manches für sich hat, glaube ich aussprechen zu dürfen. Durch die wiederholte Gypsdüngung, ohne daß diese als solche gegeben worden ist, sind die Pflanzennährstoffe der Ackerkrume gelöst und der tieferen Schicht zugeführt worden. Da eine besondere Gypsdüngung zu Klee auch nur die Löslichmachung der Nährstoffe in der oberen Schicht bewirken und dieselben der tieferen Schicht, wo sich vor allem die aufnehmenden Wurzeln des Klees befinden, zuführen kann, so ist es nicht zu verwundern, daß durch die Gypsdüngung so oft keine Extra-Wirkung hervorgerufen wird.

§ 350.

3. Bedingungen für die günstige Wirkung des Gypses.

An der Hand der obigen Erklärung sind wir zunächst im Stande, die bis jetzt erhaltenen, so variirenden Resultate bei der Gypsdüngung zu erklären, sowie Regeln für die Anwendung des Gypses u. s. w. zu geben.

1. Der Gyps wird nur dann eine günstige Wirkung ausüben können, wenn der Boden eine reichliche Menge aller Pflanzennährstoffe in für denselben lösbarer Form enthält.

2. Ist dagegen der Boden überhaupt arm an Pflanzennährstoffen, haben wir es also mit einem erschöpften Felde zu thun, so ist von einer Gypsdüngung in keiner Weise eine Wirkung zu erwarten.

3. Enthält der Boden anderseits die einen oder die anderen Nährstoffe nicht in der erforderlichen Menge und Form, so ist die Wirkung des Gypses eine einseitige, wie uns dies mehrere der besprochenen Versuche zeigen. In diesen Fällen hat somit die Gypsdüngung ebenfalls keinen Erfolg, sondern es muß mit ihm dem betreffenden Boden der in nicht genügender Menge und Form vorhandene Nährstoff zugeführt werden.

4. Der Gyps ist zugleich ein Untergrundsdünger, hieraus erklärt sich die Thatsache, daß seine Wirkung für die Pflanzen, welche ihre Nahrung vorherrschend mit dem Untergrunde entziehen, vor allem eine günstige ist. Dieselbe wird weiter noch dadurch illustrirt, daß die Entwickelung derselben eine in der Zeit beschleunigte sein muß, da nun der Gyps den Vermittler der Aufnahme der Nährstoffe ausmacht, so giebt uns dies weiteren Anhalt für die Erklärung der günstigen Wirkung desselben auf diese Pflanzen.

Außerdem ist die Menge des Schwefels resp. der Schwefelsäure in den Leguminosen eine etwas größere, als die der Cerealien, weshalb bei der Beantwortung dieser Frage auch der Gehalt des Gypses an diesem Körper als direct wirkender Nährstoff mit in Betracht kommt.

Durch eine Kleeheuernte von 80 Ctr. entziehen wir dem Morgen 5,88 ℔ Schwefelsäure, dagegen durch eine Weizenernte von 12 Scheffeln und 20 Ctr. Stroh nur 1,832 ℔, durch eine ebenso große Roggenernte 1,120 ℔, durch eine Ernte von 12 Scheffeln Gerste und 12 Ctr. Stroh 1,848 ℔ Schwefelsäure u. s. w.

5. Spielen die physikalischen Eigenschaften der Bodenarten, und zwar der Ackerkrume und des Untergrundes, sowie die klimatischen Verhältnisse während der Vegetation stets eine äußerst wichtige Rolle bei der Wirkung des Gypses. Die Umsetzungen, welche der Gyps im Boden zu bewirken hat, gehen in Betreff der Zeit u. s. w. anders vor sich in einem leichten, als in einem sehr bindigen Boden, anders bei trockener, als bei nasser Witterung, und zwar ist letztere sowohl wichtig beim Ausstreuen des Gypses, als bei der weiteren Vegetation der Pflanzen.

§ 351.

4. Anwendung des Gypses und Stärke der Gypsdüngung.

Als Regeln für die Anwendung des Gypses können wir jetzt sonach die folgenden aufstellen:

1. Den Gyps nur auf einem fruchtbaren Boden anzuwenden, d. h. auf einem Boden, der mit den sämmtlichen Pflanzennährstoffen in hinreichender Menge und in der erforderlichen Form versehen, sowie von günstiger physikalischer Beschaffenheit ist. Es wird sich somit zum Gypsen vor allem ein trockener, tiefgründiger milder Lehmboden eignen. Felder, welche seit einer Reihe von Jahren mit gypshaltigen Düngemitteln gedüngt sind, zeigen sich erfahrungsmäßig wenig dankbar für die Gypsdüngung.

2. Den Gyps im frühen Frühjahr bei feuchtem Wetter — vor allem günstig ist: reichliche Thaubildung, feuchte Wärme und sanfter Regen — so gleichmäßig, wie möglich zu vertheilen, was durch Aufstreuen auf das Blatt bei darauf folgendem Regen gut bewirkt wird. — Eine andere als recht gleichmäßige Vertheilung des Gypses im Boden, kann das Streuen auf das Blatt nicht haben. Die früher hierüber gehegten Ansichten müssen als falsch verworfen werden.

Was die Stärke der Düngung anbetrifft, so haben sich 1—2 Ctr. pro 1/4 ha als die wirksamsten Mengen ergeben. Der Gyps muß als recht feines Pulver angewendet werden.

Ein Unterschied in der Wirkung bei Anwendung von gebranntem oder ungebranntem Gyps hat sich unter sonst normalen Verhältnissen nicht herausgestellt. Wird jedoch der Gyps auf sehr feuchten Boden gebracht, so kann der gebrannte Gyps dadurch in seiner Wirkung wesentlich beeinträchtigt werden, daß er theilweise durch chemische Bindung von Wasser erhärtet und so seine gleichmäßige Vertheilung auf dem Felde erschwert wird. Bedenkt man ferner, daß der gebrannte Gyps theurer, als der ungebrannte, und letzterer ja ebenfalls leicht in ein feines Pulver verwandelt werden kann, so spricht nichts für Anwendung des gebrannten Gypses. Zu erwähnen für die Anwendung des gebrannten Gypses ist noch, daß der ungebrannte ca. 1/5 seines Gewichtes Wasser enthält, von ersterem also entsprechend weniger gebraucht wird.

Anhang.

§ 352.

Durch ihren Gypsgehalt sich auszeichnende Nebenproducte von Fabriken.

Bei mehreren technischen Fabrikationen gewinnt man als Nebenproduct eine Masse, welche sich durch ihren Gehalt an Gyps auszeichnet und wegen dieses die Anwendung verdient.

Im Folgenden sind einige dieser Nebenproducte durch Analysen characterisirt.

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	7,2	4,50	15,56 [1]	18,80 [1]
Schwefelsaurer Kalk	51,4	46,00	52,75	70,12
Kohlensaurer Kalk	22,4	2,00 (essigs. Kalk)	7,86	3,30
Kohlensaure Magnesia	—	—	0,37	0,25
Eisenoxyd	1,4	1,00	0,68	0,42
Thonerde			2,38	1,60
Alkalien	Spur	—	15,15 [2]	2,47 [3]
Schwefelsaure Magnesia	—	—	1,88	0,18
Chlormagnesium	—	—	1,21	0,15
Organische Stoffe	17,0	20,00 (Kohle)	Siehe Wasser	
Verlust	0,6	—	—	—
Sand, Thon rc.	—	26,50	1,80	1,95

I. ist ein in einer Stearinkerzenfabrik als Nebenproduct gewonnener Gyps; Analyse von R. Hoffmann.

II. ist ein bei der Erzeugung von Holzessigsäure als Nebenproduct gewonnener Gyps; Analyse von R. Hoffmann.

III. Dornenstein von der Saline zu Kötzschau; Analyse von A. Stöckhardt.

IV. Dornenstein von der Saline zu Teuditz; Analyse von A. Stöckhardt.

---

[1] und organische Stoffe. [2] Bei den Alkalien sind 3,04 Chlorkalium und 1,23 schwefelsaures Kali. [3] hier 0,18 Chlorkalium und 1,44 schwefelsaures Kali.

Kapitel II.

Der Aetzkalk (gebrannte Kalk).

§ 353.

Geschichtliches.

Der Kalk ist als Dungmittel schon seit langer Zeit angewendet worden: nach Plinius war bereits den Alten die günstige Wirkung desselben bekannt; er lobt ihn vor allem für Wein und Oelpflanzen. Allgemeiner Anwendung erfreute sich der Kalk jedoch zunächst nicht, sondern von vielen Seiten traute man ihm nicht recht, so daß so seine Verwendung zuerst eine beschränkte war. Das Mißtrauen gegen die Kalkdüngung ging so weit, daß den Pächtern in den Pachtcontracten das Kalken untersagt wurde. Daß dies von den Besitzern der Güter ausgehende Mißtrauen gegen das Kalken in gewisser Beziehung, nämlich bei unrichtiger Anwendung des Kalkes gerechtfertigt ist, wird die folgende Darstellung zeigen; sie wird auch anderseits darthun, daß dasselbe da ungerechtfertigt ist, wo die Kalkdüngung rationell angewendet wird. Aus der Betrachtung der Wirkung des Kalkes wird ferner hervorgehen, daß das alte Sprüchwort: „Der Kalk macht reiche Väter, aber arme Söhne," bei rationeller Verwendung des Kalkes seine Wahrheit verliert.

Nur die richtige Erkenntniß der Wirkung des Kalkes kann eine rationelle Anwendung desselben zur Folge haben; es muß daher das Bestreben des Landwirthes sein, diese sich zu verschaffen. Es sind verschiedene Theorien entstanden; da aber die Wirkung des Kalkes erst dann richtig erklärt werden konnte, wenn die Eigenschaften desselben, sein Verhalten zum Boden, sowie die Bedürfnisse und die Ernährung der Pflanze bekannt

waren, so mußten manche dieser Theorien wegen Unkenntniß dieser Verhältnisse auch falsche sein. Auf diese verschiedenen, älteren Ansichten hier näher einzugehen, dürfte kaum erforderlich sein, weshalb ich auch mit Uebergehung derselben versuchen werde, die Wirkung des Kalkes nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft darzulegen.

I. Zusammensetzung einer Anzahl von Kalksorten des Handels.

§ 354.

Wie wir im 1. Bande bei Besprechung des Vorkommens des Kalkes gesehen haben, wird derselbe als Aetzkalk, in welcher Form wir seine Wirkung auf den Boden zu besprechen haben, nicht gefunden; sondern er kommt nur in Verbindungen mit Säuren vor, und muß somit künstlich dargestellt werden. Von den Verbindungen des Kalkes, welche allgemein verbreitet sind, eignet sich für unseren Zweck allein die mit Kohlensäure, der kohlensaure Kalk, welcher im gewöhnlichen Leben den Namen „Kalk“ führt. Das allgemeine Vorkommen des kohlensauren Kalkes in verschiedenen Formen und unter verschiedenen Namen haben wir bereits im ersten Bande p. 502 und 503 besprochen. Von den dort genannten Varietäten des kohlensauren Kalkes ist der Kalkstein, wie auch da bereits angeführt, die verbreitetste und daher auch landwirthschaftlich sowie technisch der wichtigste. Daß der Kalkstein nicht immer reiner kohlensaurer Kalk ist, sondern vielfach noch andere Körper, wie kohlensaure Magnesia, oxydirtes Eisen und Mangan, ferner Thon, Sand, kohlige und bituminöse Beimengungen als Gemengtheile desselben vorkommen, ist ebendaselbst bereits näher dargelegt worden.

Die Darstellung des Aetzkalkes aus dem kohlensauren Kalke erfolgt durch Brennen, auf welchen Proceß näher einzugehen, hier der Ort nicht ist. Zur Erklärung desselben führe ich nur an, daß bei höherer Temperatur die Verwandtschaft zwischen Kohlensäure und Kalkerde aufgehoben wird, wenn zugleich der ersteren Gelegenheit, Luftform anzunehmen, gegeben ist. Der durch das Brennen entstandene Kalk führt hiernach den Namen „gebrannter Kalk“, auch „lebendiger Kalk“.

Da die im Handel vorkommenden Kalke, wie aus dem obigen hervor geht, nie aus Kalkerde allein bestehen, sondern

stets noch andere Bestandtheile enthalten, deren Menge oft recht beträchtlich sein kann, so halte ich es für geboten, hier eine Anzahl Analysen von Kalksorten zusammenzustellen. Dieselben lehren einerseits die Zusammensetzung der betreffenden Kalksorten annähernd kennen, zeigen ferner, daß die Kalke aus derselben Kalkbrennerei in der Zusammensetzung recht schwankend, dann daß Kalke von einem Kalkstein-Vorkommen sehr verschieden zusammengesetzt sein können, woraus die Nothwendigkeit der wiederholten Untersuchung des Kalkes aus einer Grube sich als durchaus wichtig ergiebt.

Die Beschaffenheit des gebrannten Kalkes hängt ab von der Beschaffenheit des Kalksteins und von der Art des Brennens; bei letzterem kommt nicht allein in Frage, ob der zu brennende Kalkstein mit dem Brennmaterial geschichtet wird (Schneller- oder Schültöfen) oder nicht (Rostöfen), oder ob im ersteren Falle zum Brennen Kohlen oder Holz verwendet werden, wodurch noch der Unterschied zwischen Kohlen- und Holzkalk gemacht wird, sondern auch, daß das Brennen wirklich genügend geschehen und der Kalkstein vollständig in Aetzkalk verwandelt ist. Wenn der Landwirth sagt, der Kalk enthält Steine oder viel Steine, so sind dies meistens nicht durchgebrannte Kalksteine.

Ist der zu brennende Kalkstein mehr oder weniger dolomitischer Natur, so ist der Werth des daraus resultirenden Kalkes entsprechend verringert, da die Magnesia die Wirkung auf die Bodenbestandtheile nicht in dem Grade zu äußern vermag, als der Kalk und deshalb die Zufuhr derselben zum Boden vor allem nur als Bereicherung des Bodens an Magnesia angesehen werden kann.

Nach dieser kurzen Vorbemerkung lasse ich eine Anzahl von Kalk-Analysen auf der folgenden Tabelle zusammengestellt, folgen:

	Kalk von Sacrau bei Gogolin in Schlesien	Kalk von Schloß Maxen (Sachsen) beste Qualität	Kalk von Schloß Maxen (Sachsen) geringe Qualität	Kalk von Dorf Maxen (Sachsen)	Kalk von Münchhof bei Ostrau (Sachsen)	Kalk aus Ludwigsdorf			
						R. Fritzsche	E. Heiden		E.
	J. Lehmann	J. Lehmann	J. Lehmann	J. Lehmann	J. Lehmann	I	II	III	IV
Wasser . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde. .	1,46	0,79	2,92	4,65	6,59	1,59	2,45	2,52	1,96
Kalkerde . . .	92,68	85,55	64,21	64,19	50,46	89,37	91,49	90,58	88,07
Magnesia . .	0,74	2,41	11,63	8,23	32,23	0,41	Spur	Spur	0,79
Kali	0,11	0,06	0,13	0,33	0,06	0,49	—	—	—
Natron . . .	0,05	0,12	0,01	0,02	0,12	1,33	—	—	—
Phosphorsäure	0,05	0,02	0,04	0,04	0,07	—	—	—	—
Schwefelsäure .	0,26	0,84	1,15	1,83	1,60	—	—	—	—
Kohlensäure .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure . .	2,67	4,99	5,43	6,80	2,87	2,92	5,82	6,49	4,01
Sand	1,45	4,77	11,19	12,38	6,22	4,02			4,36

bei Görlitz			Kalk aus Gunnersdorf bei Görlitz		Kalk von der Eiseroder Kalkofen-Gesellschaft		Kalk aus Döbritz bei Mügeln (Oschatz)	Kalk aus Mähren		Kalk aus Raspenau bei Friedland in Böhmen	Kalk aus Charlottenhof	Kalk aus Renntmannsdorf
Günz		A. Schlimper	A. Schlimper		Th. Wetzke		Th. Wetzke	Fr. Voigt		A. Schlimper	A. Schlimper	
V	VI	VII	I	II	I	II		weiß	grau			
—	—	1,96	2,38	1,60	1,91	1,67	3,19	2,40	1,18	2,40	1,85	1,82
1,70	2,00	0,90	1,38	1,48	1,39	0,79	4,40	0,15	0,30	1,90	3,16	1,40
90,11	81,96	91,08	57,62	90,41	81,06	87,71	48,50	96,55	97,50	86,58	85,12	83,16
0,71	9,08	0,92	35,61	1,06	5,37	2,85	33,44	0,67	0,60	7,19	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27	Spur	gerin. Spur
—	—	0,70	0,44	0,40	1,13	2,29	1,37	—	—	—	0,85	0,18
3,54	2,71	3,95	2,11	3,07	4,29	3,14	1,90	0,09	0,33	1,45	3,07	10,43
2,95	3,41			0,79	2,96	1,86	5,78					

Die Analysen zeigen:

1. die Verschiedenheit in der Zusammensetzung des Kalkes überhaupt,
2. die Verschiedenheit des Kalkes einer Kalkbrennerei (z. B. Ludwigsdorf),
3. die Verschiedenheit des Kalkes, wenn sie einem Kalksteinlager entstammen (Cunnersdorf und Ludwigsdorf bei Görlitz).

Unter dem Namen „Düngerkalk“ kommen die Abfälle der Kalkbrennereien gemischt mit der Asche der verwendeten Brennmaterialien in den Handel. Jedem Landwirthe, der nicht in unmittelbarer Nähe einer Kalkbrennerei wohnt, ist entschieden zu rathen, diesen sogenannten Düngerkalk nicht zu verwenden, da er nie weiß, wie viel Kalk in demselben vorhanden und Fracht ꝛc. dieselben Unkosten bedingen, weshalb er fast stets diesen Kalk zu theuer bezahlt. Für die Düngung ist ebenso, wie für den Bau, der als Baukalk in den Handel kommende Kalk zu verwenden.

II. Wirkung des Kalkes.

§ 355.

1. Directe Wirkung des Kalkes.

Die directe Wirkung des Kalkes, welche in Zuführung dieses Stoffes zum Boden als nothwendigen Pflanzennährstoff bestehen würde, muß als eine nur unbedeutende bezeichnet werden. Es enthalten allerdings alle Gewächse Kalk und zwar theilweise in nicht unbedeutenden Mengen, so daß wir da, wo es einem Boden an Kalk fehlen sollte, denselben als direkten Nährstoff anzusehen haben. Da aber alle Bodenarten — wenn auch theilweise verhältnißmäßig nur in geringen Mengen — Kalk führen, so ist die Menge desselben im Boden im Verhältnisse zu der der betreffenden Pflanzen in den bei weitem meisten Fällen doch eine so beträchtliche, daß wir nicht gut annehmen können, die von dem Kalke ausgeübte Wirkung sei eine directe.

Vergleichen wir den Kalkgehalt des Bodens mit dem der auf demselben gewachsenen Pflanzen, so stellt sich heraus, daß

in den überwiegend meisten Fällen genug Kalk im Boden vorhanden ist, um den Bedarf der Pflanzen an Kalkerde vollständig zu decken; dies ergiebt folgende kleine Berechnung.

Nehmen wir den Kalkgehalt eines Bodens nur zu 0,1 % an, einem Procentsatz, der wohl selten vorkommen, unter den derselbe wenigstens nie sinken wird, und rechnen wir die Ackerkrume ¹/₄ Meter tief, so beträgt die Ackerkrume eines Hectars 2500 Cubikmeter, welche beim Durchschnittsgewichte des Cubikmeters zu 5000 Pfund, 12500000 Pfund wiegt, und welche in dem angeregten Falle
12500 ℔, bei 0,5 % 62500 ℔, bei 1 % 125000 ℔
u. s. w. Kalkerde enthält.

Wir entnehmen nun dem Morgen an Kalkerde:

	Körner, resp. Wurzel oder Knollen Ctr.	Stroh, resp. Kraut Ctr.	Kalkerde ℔
Durch eine Winterweizen-Ernte von	50	100	30,70
„ „ Sommerweizen-Ernte von	40	80	24,24
„ „ Winterroggen-Ernte von	38	120	46,09
„ „ Sommerroggen-Ernte von	28	88	36,44
„ „ Gerste-Ernte von	45	56	21,37
„ „ Hafer- „ „	48	72	29,93
„ „ Erbsen- „ „	42	72	172,79
„ „ Raps- „ „	42	80	118,28
„ „ Kartoffeln „ „	400	40	34,08
„ „ Runkelrüben-Ernte von	1200	320	117,42
„ „ Zuckerrüben-Ernte von	600	240	124,80
„ „ Kleeheu- „ „	—	40	80,88

Ferner ist für die Frage anzuführen wichtig, daß wir durch unsere meisten Dungstoffe dem Boden beträchtliche Mengen Kalkerde zuführen, z. B. erhält derselbe nach meinen Untersuchungen durch ein Fuder verrotteten Rindviehmist à 25 Ctr., 5,1 ℔, durch 1 Ctr. Peruguano circa 12—16 ℔, durch 1 Ctr. Knochenmehl circa 31 ℔ und durch eine Mergelung von 20 Fuder à 18 Cubikfuß mit einem 20 % kohlensauren Kalk enthaltenden Mergel 3318 Pfund.

Erwägen wir alles dies, so glaube ich, daß der Ausspruch, der Boden enthält in den meisten Fällen die

Kalkerdemenge, welche die Pflanzen zu ihrem Wachsthum gebrauchen, ein gerechtfertigter ist. Aus diesem Grunde können wir aber auch die Kalkdüngung nicht als eine directe, sondern nur als eine vor allem indirecte ansehen.

In den Fällen natürlich, wo der Boden nicht so viel Kalkerde hat, um dem Bedürfnisse der Pflanze zu genügen, haben wir denselben als zunächst direct wirkenden Dungstoff zu betrachten. Daß aber diese Fälle zu den seltensten gehören, geht aus dem Angeführten zur Genüge hervor.

§. 356.

2. Indirecte Wirkung des Kalkes.

a. Chemische Wirkung des Kalkes auf den Boden.

Beschleunigte Zersetzung der organischen Stoffe.

Der erste Band hat uns den Humus als einen Bestandtheil der Ackererde kennen gelehrt, welcher direct zur Ernährung der Pflanze nichts beizutragen vermag. Wir haben da gesehen, daß er aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und auch Stickstoff besteht und ferner unorganische Stoffe eingeschlossen enthält. Der Humus, wie dort näher dargelegt worden ist, zersetzt sich allmählich unter dem Einfluß des Sauerstoffs der Luft, des Wassers und der Wärme, wodurch Kohlensäure, Wasser und Ammoniak (Salpetersäure) entstehen. Diese Zersetzung des Humus wird durch Kalk bedeutend beschleunigt: es werden in kürzerer Zeit größere Mengen der genannten Pflanzennährstoffe gebildet.

Diese Wirkung des Kalkes ist von Fr. Schulze durch folgenden Versuch dargelegt worden. Schulze brachte in zwei mit atmosphärischer Luft gefüllte und durch Quecksilber von der Communikation mit der äußeren Luft abgesperrte Glascylinder, jeden von etwa 200 Cubikcentimenter cubischen Inhalts, gleiche Mengen mäßig feuchter Erde von saurer Beschaffenheit und bedeutendem Humusgehalte, von welcher die eine mit $^1/_{10}$ ihres Gewichtes kohlensaurem Kalke innig gemengt wurde. Bei mehreren Untersuchungen, welche Schulze anstellte, ergab sich, daß nach 4—8 Tagen sämmtlicher Sauerstoff aus der Luft des mit kalkhaltiger Erde versehenen Cylinders absorbirt und durch ein gleiches Volumen Kohlensäure ersetzt war, selbst wenn das Volumen der Erde nur $^1/_{20}$ oder noch weniger von der in dem Cylinder enthaltenen Luft ausmachte. In dem anderen Cylin-

der war in derselben Zeit höchstens die Hälfte des Sauerstoffs verschwunden und es war die vier- oder noch mehrfache Zeit erforderlich, bis auch der übrige Sauerstoff absorbirt war.

In Betreff des Näheren über die Art der Zersetzung der organischen Körper verweise ich auf das in diesem Bande p. 124 bis 136 Angeführte.

Die durch die Zersetzung des Humus entstandene Kohlensäure verbindet sich zunächst mit dem Aetzkalke unter Bildung von kohlensaurem, resp. doppelt kohlensaurem Kalke; die nicht auf diese Weise gebundene Kohlensäure dient direct und indirect als Beförderungsmittel des Wachsthumes der Pflanzen: direct als Kohlenstoffquelle, indirect als Lösungsmittel für die Pflanzennährstoffe des Bodens (Band I. p. 90, 528 und 529).

Der Humus enthält ferner bereits gebildetes Ammoniak; dieses wird durch den Kalk frei gemacht und so für die Pflanzen aufnehmbar. Der noch in organischer Verbindung befindliche Stickstoff nimmt beim Freiwerden in Gegenwart von Kalk vorherrschend die Form von Salpetersäure an, welche, wie die neueren Versuche gezeigt haben (Band I. p. 110 u. f. und p. 130 u. f.) für das Pflanzenwachsthum außerordentlich wichtig und förderlich ist.

Die zuerst erwähnte Eigenschaft des Kalkes kann aber auch zu einem Ammoniakverluste des Bodens beitragen. Ist nämlich die angewandte Kalkmenge eine große und wird so in kurzer Zeit eine größere Menge Ammoniak freigemacht, als dem augenblicklichen Bedarf der Pflanzen an diesem Nährstoff entspricht und ist die Beschaffenheit des Bodens eine solche, daß derselbe das übrige freigewordene Ammoniak nicht vollständig von Neuem zu absorbiren im Stande ist, so tritt durch Verflüchtigung ein Ammoniakverlust ein.

Das soeben Ausgesprochene begründen die Versuche Way's, welche dieser zur Bestimmung des Einflusses des Kalkes auf die Absorptions-Fähigkeit des Bodens unternahm, sowie die Versuche des Verfassers im Verein mit Fr. Voigt und E. Güntz.

Way benutzte zu diesem Versuche verschiedene Bodenarten: 1. Ackerkrume aus dem London-Thon, 2. denselben aus 1½—2' Tiefe, 3. denselben Boden aus 3½' Tiefe, 4. Lehmboden aus der Geschiebeformation, 4' unter der Oberfläche, 5. Gault-Thon, von der oberen Schicht und 6. denselben Boden, 4' unter der Oberfläche entnommen.

Diese Bodenarten wurden mit Kalkwasser 48 Stunden lang in Berührung gebracht, dann das Kalkwasser abfiltrirt und der Boden so lange ausgewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr alkalisch reagirte. Der Boden enthielt dann noch gegen 2 % Kalkerde. Darauf wurde ein Theil

dieses Bodens einige Stunden einer an Ammoniak reichen Atmosphäre ausgesetzt, und blieb alsdann 24 Stunden liegen, um das mechanisch gebundene Ammoniak wieder abzugeben. Way bestimmte nun die Ammoniakmenge der Böden in natürlichem Zustande, ferner die, welche sie nach dem Kalken noch besaßen, dann die, welche sie nach dem Kalken aus der Ammoniak-Atmosphäre und die, welche sie im natürlichen Zustande aus letzterer aufgenommen hatten.

Die Resultate dieser Versuche zeigt die folgende Tabelle.

	Boden 1	2	3	4	5	6
Ammoniak in 1000 Grs. natürlichem Boden . . .	0,2930	0,1815	0,0850	0,1099	0,1274	0,0830
Ammoniak in 1000 Grs. Boden nach dem Kalken . .	0,1692	0,1027	0,0404	0,0502	—	0,0510
Ammoniak in 1000 Grs. nach dem Kalken und nach der Einwirkung der Ammoniak-Atmosphäre . . .	2,2260	2,0660	3,2970	1,0765	3,2650	1,8270
Ammoniak in 1000 Grs. Boden im natürlichen Zustande nach der Einwirkung der Ammoniak-Atmosphäre	1,9060	2,5570	3,2860	1,0970	2,6150	2,0280

Geht aus diesen Resultaten hervor, daß der Boden durch das Kalken Ammoniak verliert und daß die gekalkte Ackerkrume weniger, dagegen die gekalkte Unterkrume unter denselben Verhältnissen mehr Ammoniak zu absorbiren vermag, so werden dieselben durch die Versuche des Verfassers im Verein mit Fr. Voigt und E. Günz in erster Beziehung weiter bestätigt.

1. Zur Beurtheilung der Beschaffenheit einer Anzahl jahrelang hindurch verschieden gedüngter mittelschwerer Böden wurde auch das Absorptions-Vermögen derselben für die wichtigsten Pflanzennährstoffe bestimmt. Einer dieser Böden war in 10 Jahren sechs Mal gekalkt und zwar auf den Hectar berechnet jedesmal mit 65 Ctr. Aetzkalk. Das letzte Kalken hatte am 6. Mai 1878 stattgefunden und waren dann, nachdem alle Parcellen Kartoffeln getragen hatten, am 29. November desselben Jahres die Proben zur Analyse entnommen worden. Bei der Prüfung des Absorptions-Vermögens der Böden für Ammoniak ließen wir 200 ccm einer $^1/_{10}$ atom. Lösung von Chlorammonium 24 Stunden auf 100 Gramm lufttrockenen Boden einwirken, wobei in den ersten Stunden durch wiederholtes Schütteln Boden und Lösung gut in Berührung gebracht wurden.

Bei dem Versuche mit dem Boden der Kalk-Parcelle machte sich sehr bald das Freiwerden von Ammoniak bemerkbar und zwar in dem Grade, daß dasselbe quantitativ bestimmt werden konnte. Bei 2 Bestimmungen, bei welchen dieselben Zahlen erhalten wurden, ergab sich die Menge des sich verflüchtigenden Ammoniaks zu 0,011 Grm. d. i. auf das in der Lösung befindlich gewesene Ammoniak bezogen 3,29 % in 24 Stunden.

2. Ein Stück in einem Schlage zeichnete sich 1881, wo das Feld Flachs zu tragen hatte, durch außergewöhnlich schlechten Stand der Pflanzen aus; es befanden sich hier viele Kalkstückchen. Bei näherer Nachforschung ergab sich, daß dieser Schlag vor ca. 12 Jahren gekalkt war und daß sich an der Stelle ein Kalkhaufen befunden hatte. Von dieser Stelle wurde eine Erdprobe entnommen und von dieser 100 Gramm 3 Tage lang mit einer 1/10 atom. Chlorammonium-Lösung unter den erforderlichen Vorsichtsmaßregeln zusammengebracht. Zwei Bestimmungen ergaben übereinstimmend einen Ammoniak-Verlust von 0,0004 Gramm, bei einigen anderen Versuchen wurden ähnliche Resultate erzielt.

Diese Arbeiten lassen den sicheren Schluß zu, daß durch stärkeres Kalken Ammoniak-Verluste bei den Böden entstehen können. Wenn die Way'schen Versuche nicht als voll beweisend angesehen werden sollten, da die betreffenden Bodenproben nach dem Kalken bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction ausgewaschen sind, wodurch ja Ammoniak-Verluste entstehen konnten, so ist bei meinen Versuchen das freiwerdende Ammoniak bestimmt, so daß hier volle Sicherheit für die Schlußfolgerung vorliegt.

Die Erde der Parcellen der ersten Versuche war aus 3—4 füßiger Tiefe, jedoch als die Proben für die Analysen entnommen wurden, 10 Jahre in Cultur. Die Prüfung auf die Absorptionsfähigkeit für Ammoniak, wobei, wie bereits angegeben, 100 Grm. 24 Stunden lang mit 200 ccm einer 1/10 atom. Lösung von Chlorammonium in Berührung blieben, ergab für 6 Böden:

Ungedüngt I	0,0835
Ungedüngt II	0,0830
Kalkparcelle	0,1025
Ammoniak-Parcelle [1]) .	0,0761
Phosphorsäure-Parcelle[2])	0,0893
Kali-Parcelle [2])	0,0819

Die Zahlen zeigen, daß durch die Kalkdüngung die Absorptionsfähigkeit des Bodens — die Böden der 6 Parcellen sind ursprünglich durch sorgfältigste Mischung als von gleicher Beschaffenheit zu bezeichnen — für Ammoniak nicht unwesentlich erhöht wird.

---

[1]) In 10 Jahren 7 Mal mit schwefels. Ammoniak gedüngt.

[2]) In 10 Jahren 6 Mal mit phosphorsaurem Kalk resp. mit schwefels. Kali gedüngt.

§ 357.

b. Bindung der freien Säure des Bodens.

Ein zu großer Säuregehalt des Bodens ist für das Wachsthum der Pflanzen nachtheilig; ich sage „ein zu großer“, denn eine schwache saure Reaction haben fast alle Culturböden und die wichtigen Versuche von Sachs, Knop, Nobbe und Anderen über die Ernährung von Landpflanzen in wässrigen Lösungen (Band I. p. 265 u. f.) haben gezeigt, daß eine schwache saure Reaction des Bodens für das Gedeihen der Pflanzen nothwendig ist. Ein zu großer Säuregehalt des Bodens ist aber sowohl unmittelbar als auch mittelbar den Culturgewächsen schädlich: unmittelbar durch ihren directen, nachtheiligen Einfluß auf die Pflanzen; mittelbar durch Erzeugung löslicher Eisensalze und Erschwerung der Zersetzung der humosen Bestandtheile des Bodens.

Saure Wiesen liefern uns hierfür den besten Beweis; daher sind auch gerade für sie die Erfolge der Kalkdüngung oft so sehr günstige, weshalb dieselbe hierfür nicht genug empfohlen werden kann. Mit ein Grund dieser günstigen Wirkung ist noch der, daß die sog. Riedgräser, welche der Landwirth auf seinen Wiesen nicht gerne hat, durch Wegnahme der sauren Beschaffenheit derselben verschwinden, und anderen wirklichen Gräsern und Leguminosen Platz machen.

Daß die saure Beschaffenheit des Bodens durch den Kalk aufgehoben wird, geht aus den basischen Eigenschaften desselben hervor.

§ 358.

c. Verwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd.

Daß die Eisenoxydulsalze den Pflanzen schädlich sind, ist bekannt.*) Enthält ein Boden Eisenoxydulsalze, so wirkt der Kalk in der Art zerlegend auf dieselben ein, daß er sich mit der Säure derselben, z. B. Schwefelsäure, Humussäure, Kohlensäure, verbindet und das Eisenoxydul als Eisenoxydulhydrat

---

*) Siehe meine Untersuchungen Band I. p. 562 u. f.

ausscheidet. Dieser Körper kann aber als solcher im Boden nicht lange verbleiben, da er eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, welcher in der atmosphärischen Luft des Bodens enthalten ist; in Folge dessen wird das Eisenoxydulhydrat höher oxydirt und in Eisenoxydhydrat verwandelt. Durch den Kalk wird somit der Boden von einem schädlichen Körper befreit und dagegen ein Körper gebildet, welcher indirect für das Pflanzenwachsthum vortheilhaft ist. Das Eisenoxyd ist nämlich eine von den Basen, welche für die Absorption der Phosphorsäure wichtig und welche zur Bildung der Zeolithe — der wasserhaltigen Silikate — beitragen, die bei der Absorption der Basen eine bedeutungsvolle Rolle spielen.

§ 359.

d. Vermittelung der Absorption der Basen durch den Boden.

In dem Kapitel über die Ursachen der Absorption der Basen (Band I. p. 345 u. f) haben wir gesehen, daß dieselbe vorherrschend eine chemische genannt werden muß, hervorgerufen durch die Humuskörper und die wasserhaltigen Silikate des Bodens. Bei der durch die Humuskörper bewirkten Absorption ist, wie am angeführten Orte gezeigt ist, wenn die betreffenden Basen nicht als kohlensaure Salze in den Boden gelangen oder wenn im Boden nicht entsprechende humussaure Salze vorhanden sind, eine vorherige Verlegung der Salze durch Karbonate nothwendig. Für die Absorption der Basen aus ihren Salzen durch die Zeolithe ist dagegen eine vorhergehende Zerlegung nicht erforderlich.

§ 360.

e. Erhöhung des Absorptions-Vermögen des Bodens für die wichtigsten Pflanzennährstoffe.

Der Kalk dient nicht nur, wie im vorigen Paragraphen nachgewiesen ist, zur Vermittelung der Absorption der Basen, sondern vermag auch die Absorptions-Fähigkeit des Bodens für Ammoniak, Kali, Natron, Phosphorsäure und Salpetersäure,

wie dies die folgenden von dem Verfasser im Verein mit Fr. Voigt angestellten Versuche darthun, im wesentlichen Grade zu erhöhen.

Die Versuche sind mit dem vorher bereits kurz characterisirten Böden angestellt. Es mag hier nochmals hervorgehoben werden, daß die Erde für die Parcellen aus 3—4 füßiger Tiefe stammt, daß der Versuch 1868 begonnen, die Proben 1878 entnommen und daß die Erde so weit dies im Großen möglich, auf's sorgfältigste gemischt und dann durch getheerte Bretter die Abtheilungen geschaffen worden waren.

Ich führe hier nur die für die 2 ungedüngten und für die Kalk-Parcelle erhaltenen Resultate an.

100 Gramm lufttrockener Boden sind mit 200 ccm einer 1/10 atom. Lösung der betreffenden Salze 24 Stunden lang, wobei in den ersten Stunden wiederholt umgeschüttelt wurde, in Berührung geblieben.

Es wurden absorbirt:

	Ungedüngt I:	Ungedüngt II:	Kalk-Parcelle:	Mehr gegen ungedüngt:	In Procenten mehr gegen ungedüngt:
Aus Chlorammonium an Ammoniak	0,0835	0,0830	0,1025	0,01925	23,1
Aus schwefelsaurem Kali an Kali	0,2976	0,2999	0,3510	0,05215	17,5
Aus phosphorsaurem Natron an Phosphorsäure . . .	0,2009	0,1990	0,2891	0,08915	44,6
Aus salpetersaurem Natron an Salpetersäure	0,0486	0,0480	0,0789	0,03060	63,5
Aus salpetersaurem Natron an Natron	0,0702	0,0707	0,0821	0,01165	16,5

Diese Zahlen beweisen den vorher gethanen Ausspruch, daß durch das Kalken die Absorptions-Fähigkeit der Böden, hier mittelschwerer Böden, wesentlich erhöht wird, auf das bestimmteste.

§ 361.

f. Zersetzung der mineralischen Bestandtheile des Bodens. — Freimachung der Basen.

1. Zersetzung der Mineraltrümmer des Bodens.

Der durch Zertrümmerung und Zersetzung von Mineralien entstandene Boden enthält stets noch mehr oder weniger Trüm-

mer von den Mineralien, aus denen er gebildet ist. Je mehr ein Boden von denselben besitzt, um so größer ist sein Reichthum für die Zukunft. Diese Mineralien werden, wie Bd. I. p. 524 u. f. dargelegt ist, allmählich unter dem Einflusse der Kohlensäure, des Wassers und des Sauerstoffs der Luft zersetzt und aus ihnen so Pflanzennährstoffe gebildet. Wie bereits im I. Bd. p. 530 u. f. gezeigt ist, geht die Zersetzung durch die eben genannten Körper in Gemeinschaft derselben mit Kalk bedeutend schneller vor sich.

Unter Hinweis auf das speciell am genannten Orte hierüber Angeführte, möge noch zur näheren Darlegung der Wirkung des Kalkes auf die Silikate ein Beispiel gestattet sein. Wirkt Kalk auf Kalifeldspath, welcher aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kali besteht, ein, so wird derselbe unter dem Einflusse dieser Basis zunächst in der Art zersetzt, daß sich kieselsaure Thonerde und kieselsaure Kalkerde bilden, wodurch also das Kali frei wird; auf die kieselsaure Kalkerde wirkt dann weiter die Kohlensäure ein, und so entsteht kohlensaurer Kalk und Kieselsäure. Wir erhalten somit durch die Zersetzung des Feldspaths lösliches Kali und lösliche Kieselsäure und Thon. Die genannten Körper entstehen aus dem Feldspath auch durch die alleinige Einwirkung von Wasser und Kohlensäure, jedoch ist die Zersetzung bei der Gegenwart des Kalkes eine in der Zeit wesentlich beschleunigte.

§ 362.

2. Zersetzung der wasserhaltigen Silikate.

Die wasserhaltigen Silikate, welche als Hauptträger der basischen Nährstoffe der Pflanze von großer Bedeutung sind, geben an reines Wasser zwar schon geringe Mengen der Basen ab, noch mehr an kohlensäurehaltiges, die in Lösung tretende Menge derselben wird aber wesentlich vermehrt, wenn kalkhaltiges Wasser auf sie einwirkt. Durch den Kalk werden die in den Silikaten gebundenen Basen — Magnesia, Kali, Natron, Ammoniak — verdrängt, indem derselbe an ihre Stelle in die Verbindung eintritt, so in Lösung übergeführt und zwar, indem sie von der Kohlensäure des Bodens gebunden werden, zunächst als kohlensaure Salze.

Zum Beweise für diese Thätigkeit des Kalkes sind von mir einige Versuche gemacht worden, von denen ich die folgenden hier anführe.

1. 100 Grm. einer Erde wurden zunächst mit soviel Wasser, als ihrer wasserhaltenden Kraft entsprach, übergossen, und dann mit 200 Ccm. Wasser versetzt, am ersten Tage das Ganze mehrfach umgeschüttelt und 8 Tage stehen gelassen, dann die Lösung abfiltrirt und untersucht; diese enthielt:

Kalkerde	0,0074
Magnesia . . .	0,0042
Kali.	0,0060
Natron	0,0030
Kieselsäure . . .	0,0010

2. 100 Grm. derselben Erde, ganz wie oben behandelt, nur daß dieselbe statt mit 200 Ccm. Wasser mit 200 Ccm. einer Kalklösung, welche 0,2455 Grm. Kalkerde enthielt, 8 Tage lang in Berührung war.

Hierbei wurden in der Lösung gefunden:

Kalkerde	0,0143
Magnesia . . .	0,0047
Kali.	0,0105
Natron	0,0040
Kieselsäure . . .	0,0020

Somit sind durch das Kalkwasser mehr gelöst worden:

Magnesia . . .	0,0005
Kali.	0,0045
Natron	0,0010
Kieselsäure . . .	0,0010

Bei einem anderen Versuche, bei welchem der Kalk mit der feuchten Erde zunächst im festen Zustande zusammengebracht war, ergaben sich ähnliche Resultate; ebenso bei der Benutzung einer anderen Erde.

§ 363.

3. Beispiel für die umsetzende Wirkung des Kalkes auf die mineralischen Bodenbestandtheile.

Als weiterer Beweis für die zersetzende Wirkung des Aetzkalkes auf die Ackererde mögen die folgenden Resultate, welche der Verfasser im Verein mit Fr. Voigt bei den bereits mehrfach erwähnten Versuchen erhalten hat, dienen.

Die Böden der einzelnen Parcellen wurden, nachdem dieselben 10 Jahre lang in Cultur gewesen waren, einer sehr speciellen chemischen und physikalischen Analyse unterworfen. — Bemerkt sei ferner noch, daß die Ernten von der Kalk-Parcelle wesentlich höhere waren, als die der ungedüngten, was sich auch in der Analyse kennzeichnet.

Die Untersuchungen der ungedüngten Parcelle II, welche dieselbe Zahl Früchte getragen und dieselbe Behandlung, wie die Kalk-Parcelle erlitten hatte, und die der letzteren ergaben die folgenden Resultate:

Ackerkrume.

a. Wässriger und salzsaurer Auszug zusammen.

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Eisenoxyd	2,9783	2,8664
Eisenoxydul	0,1343	0,1130
Manganoxyduloxyd	0,0618	0,0516
Thonerde	2,2411	2,4139
Kalkerde	0,1686	0,5650
Magnesia	0,4136	0,3720
Kali	0,1623	0,2037
Natron	0,0928	0,0936
Ammoniak	0,0006	0,0025
Phosphorsäure	0,0843	0,0719
Schwefelsäure	0,0115	0,0088
Salpetersäure	0,0048	0,0056
Kohlensäure	0,0618	0,2064
Kieselsäure	3,8898	4,4651
Chlor	0,0020	0,0010
	10,3076	11,4405
Sauerstoff ab für Chlor	0,0004	0,0002
	10,3072	11,4403

b. Schwefelsaurer Auszug.

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Eisenoxyd	1,6117	1,1928
Manganoxyduloxyd	0,0213	0,0213
Thonerde	2,8181	2,6979
Kalkerde	0,0664	0,1190
Magnesia	0,0940	0,1702
Kali	0,3214	0,3770
Natron	0,1257	0,0712
Phosphorsäure	0,0379	0,0302
Kieselsäure	6,3378	5,4187
	11,4343	10,0983

c. Phosphorsaurer Auszug.

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Mineralien	18,8196	18,3258
Quarz	57,1185	57,5228
	75,9381	75,8486

Untergrund.

a. Wässeriger und salzsaurer Auszug.

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Eisenoxyd	2,7895	3,1303
Eisenoxydul	0,1273	0,1050
Manganoxyduloxyd	0,0978	0,0772
Thonerde	2,4700	2,8636
Kalkerde	0,1902	0,2638
Transport	5,6748	6,4399

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Transport . .	5,6744	6,4399
Magnesia.	0,4395	0,5009
Kali	0,2143	0,2698
Natron.	0,0819	0,0352
Ammoniak	0,0005	0,0008
Phosphorsäure.	0,0725	0,0724
Schwefelsäure	0,0096	0,0097
Salpetersäure	0,0012	0,0008
Kohlensäure.	0,0206	0,1030
Kieselsäure	4,7250	4,4535
Chlor	0,0043	0,0018
	11,2442	11,8878
Sauerstoff ab für Chlor.	0,0010	0,0004
	11,2432	11,8874

b. Schwefelsaurer Auszug.

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Eisenoxyd.	1,1475	1,3097
Manganoxyduloxyd. . .	0,0117	0,0119
Thonerde	2,8688	2,5718
Kalkerde	0,1181	0,1600
Magnesia.	0,2363	0,0687
Kali	0,2342	0,2367
Natron.	0,4491	0,2462
Phosphorsäure.	Spur	Spur
Kieselsäure	5,9445	5,5093
	11,0102	10,1143

c. Phosphorsaurer Auszug.

	Ungedüngt	Mit Kalk gedüngt
Mineralien	18,2022	18,9184
Quarz	57,4679	57,2270
	75,6701	76,1454

Das nähere Studium dieser Zahlen zeigt die zersetzende Wirkung des Kalkes auf die unorganischen Bodenbestandtheile sehr schön. Bei der Ackerkrume sehen wir im wässerigen und salzsauren Auszuge Vermehrung der Thonerde und Kieselsäure, Beweis für die vor sich gegangene größere Zersetzung der kieselsauren Verbindungen der Erde, ebenso die des Kali u. s. w. In Folge dessen ergiebt der schwefelsaure Auszug weniger Thonerde und Kieselsäure und der phosphorsaure Auszug läßt Verminderung der Mineralien der Ackerkrume der Kalk-Parcelle erkennen.

Die Analysen des Untergrundes — aus 1/4 bis 1/2 m. Tiefe — zeigen den Kalk sehr schön als wahren Untergrunddünger: Vermehrung des Eisenoxyds-, Thonerde-, Kalkerde-,

Magnesia- und Kali-Gehaltes im wässerigen und salzsauren Auszuge des Bodens der Kalkerde-Parcelle.

§. 364.

g. Der Kalk ein Stickstoffsammler.

Als Beweis dafür, daß der Kalk ein Stickstoffsammler genannt zu werden verdient, mögen die bereits mehrfach erwähnten Versuche des Verfassers im Verein mit Fr. Voigt dienen.

Der Stickstoffgehalt der Kalk-Parcelle (III) übertrifft nicht nur wesentlich den der ungedüngten (II), sondern sogar auch den der mit schwefelsaurem Ammoniak (IV) — in 10 Jahren 7mal —, mit phosphorsaurem Kalk (V) und schwefelsaurem Kali (VI) — in 10 Jahren je 6mal — gedüngten Parcellen. Ich führe deshalb bei der Wichtigkeit des Gegenstandes die gefundenen Zahlen der 5 Parcellen auf.

Ackerkrume.

Parcelle:	II.	III.	IV.	V.	VI.
Ammoniak	0,0005	0,0021	0,0005	0,0008	0,0010
Salpetersäure	0,0048	0,0056	0,0002	0,0017	0,0032
Stickstoff in organischer Verbindung	0,0334	0,0588	0,0497	0,0481	0,0493

Untergrund.

Parcelle:	II.	III.	IV.	V.	VI.
Ammoniak	0,0005	0,0008	0,0008	0,0003	0 0011
Salpetersäure	0,0012	0,0008	0,0022	0,0016	0,0012
Stickstoff in organischer Verbindung	0,0459	0,0613	0,0275	0,0353	0,0416

Aus diesen Zahlen ergiebt sich die bestimmte Thatsache, daß der Kalk als Stickstoffsammler zu bezeichnen ist.

Es sei noch hinzugefügt, daß der höhere Stickstoffgehalt der Erde sowohl der Ackerkrume als des Untergrundes der Kalk-Parcelle nicht sich dadurch erklären läßt, daß derselbe von den Wurzelrückständen allein herrühre, denn dann müßte die Erde von Parcelle IV. entschieden reicher an Stickstoff sein, da diese die größten Ernten in den Versuchsjahren ergeben hat und es feststeht, daß mit der Entwickelung des Obertheils die der Wurzel correspondirt. Die mechanische Boden-Analyse weist daher auch bei der Erde der Kalk-Parcelle durchaus keine bedeutende Wurzel-Rückstände als solche, ebensowenig die

chemische Analyse einen hervortretenden Gehalt an Humus auf. Eine Erklärung für diese Eigenschaft des Kalkes vermag ich nicht zu geben, kann daher nur die interessante Thatsache als solche hinstellen.

§ 365.

b. Physikalische Wirkung des Kalkes.

a. Veränderung der physikalischen Eigenschaften des Bodens.

Nachdem der zerfallene Kalk durch mechanische Mittel mit dem Boden innig gemengt ist, wird diese Mischung auf chemischem Wege vervollständigt. Das Kalkerdehydrat ist in Wasser, wenn auch schwer, löslich; ein Theil desselben bedarf bei 18° C. nach Bineau 780 Theile Wasser zu seiner Auflösung. Der gelöste Kalk vertheilt sich im Boden, wodurch eine innige Mischung mit dem Thon, Humus und Sand desselben eintritt. Das Kalkerdehydrat, vor allem im feinvertheilten Zustande, bleibt aber nicht lange in dieser Form, sondern nimmt sehr bald Kohlensäure auf und verwandelt sich, indem das Wasser ausgeschieden wird, in kohlensauren Kalk, welcher nun innig mit dem Thon, Humus und Sand gemengt ist. Der kohlensaure Kalk nimmt dann weitere Mengen Kohlensäure auf, wodurch löslicher doppelt kohlensaurer Kalk entsteht, welcher die innige Mischung des Kalks mit den Bodenbestandtheilen weiter fortsetzt. Hierbei kann natürlich, wie aus der vorher beschriebenen Erklärung der chemischen Wirkung des Kalkes hervorgeht, nicht sämmtlicher dem Boden zugeführte Kalk gemeint sein, sondern selbstverständlich nur derjenige, welcher noch nicht anderweitig gebunden ist. Diese innige Mischung von Thon, Sand, Humus und Kalk wirkt für die physikalischen Eigenschaften des Bodens äußerst günstig: beim Thonboden wird die Bindigkeit, Undurchlässigkeit u. s. w. vermindert; er wird lockerer und somit für das Pflanzenwachsthum geeigneter.

Diese Wirkung des Kalkes beruht darauf, daß der Thon des Bodens und der kohlensaure Kalk sich beim Austrocknen und Anfeuchten verschieden verhalten; der Thon vermehrt beim Anfeuchten sein Volumen, welches beim Austrocknen wieder schwindet, während dem kohlensauren Kalke diese Eigenschaften nicht beiwohnen: sein Volumen vermehrt sich weder beim Anfeuchten, noch vermindert es sich beim Austrocknen. Je mehr der Boden aber

seine Bindigkeit u. s. w. verliert, also lockerer wird, um so mehr können Luft und Wärme in denselben eindringen und ihre so günstigen Wirkungen auf denselben ausüben. Somit wird der Kalk in dieser Beziehung vor allem für einen kalten, nassen, zähen Boden die besten Dienste thun; geringer werden dieselben auf sandigem, lockerem, wenig humushaltendem Boden sein. Daß diese Wirkung des Kalkes bei einer schwachen Düngung mit demselben wenig sichtbar, sondern erst bei einer kräftigen Auffuhr bemerkbar wird, bedarf kaum der Anführung; deshalb erfordert aber auch der Boden, bei welchem diese physikalische Wirkung des Kalkes erwünscht ist, eine wesentlich stärkere Düngung als der Boden, bei welchem es uns nur auf die chemische Wirkung ankommt.

Der zum und in den Boden gebrachte Aetzkalk wird aber nicht, wie bis jetzt allgemein angenommen wird, sehr bald in unlösliche Verbindungen, vor allem in kohlensauren Kalk übergeführt, sondern ein Theil verbleibt längere Zeit im Boden als solcher. Es haben dies die bereits mehrfach angeführten Untersuchungen des Verfassers ergeben.

Der wässerige Auszug der Ackerkrume der Kalk-Parcelle weist einen Kalkgehalt auf, welcher sich wesentlich vor dem der ungedüngten Parcelle auszeichnet: die letztere enthält 4,7 Milligr. Aetzkalk und die Kalk-Parcelle 44,5 Milligr., also mehr als die 9fache Menge. Daß die im wässerigen Auszuge gefundene Kalkerde vor allem als Kalkerdehydrat im Boden vorhanden gewesen ist, beweist die kohlensaure Menge dieses Auszuges, sowie die basische Reaction der Erde der Kalkerde-Parcelle. Aber nicht nur die Ackerkrume, sondern auch der Untergrund ist an Aetzkalk bei der mit Kalk gedüngten Parcelle viel reicher, als bei den ungedüngten. Letztere enthält 26 Milligr. und erstere 158 Milligr., also mehr als das 6fache. Wir haben hierdurch den interessanten Nachweis, daß der Kalk zum Theil im Boden als Kalkerdehydrat wandert und in dieser Form mit den Bodenbestandtheilen in innige Berührung gelangt. Die Parcelle war am 6. Mai mit Kalk gedüngt und die Bodenproben waren am 29. November entnommen, also nachdem der Kalk mehr als 1/2 Jahr im Boden befindlich gewesen war. Bei der Schwerlöslichkeit des Kalkerdehydrats ist sicher auszusprechen, daß der im wässerigen Auszuge gefundene Kalk nicht die Gesammtmenge des Kalkes, welcher im Boden noch als Kalkerdehydrat vorhanden war, repräsentirt.

Andere über diese wichtige Frage hier ausgeführten Untersuchungen bestätigen, daß der Kalk zum Theil jahrelang im Boden in löslicher Form

verbleibt. Zwei Proben, welche einem Felde entnommen waren, das vor circa 12 Jahren gekalkt war und zwar einer Stelle, auf welcher sich eine größere Anzahl Kalkstückchen mit dem Auge wahrnehmen ließen, woraus geschlossen werden kann, daß auf derselben sich damals ein Kalkhaufen befunden hatte, ergaben an, nach den Analysen von E. Günz, in Wasser löslichen Kalk:

0,039 % Kalkerde und
0,032 „ „

Drei Proben, von denen eine einem Felde entnommen war, welches vor circa 14 Jahren gekalkt war, Nr. 1, und die anderen beiden 2 Feldern, welche vor 10 resp. 8 Jahren Kalk erhalten hatten, Nr. 2 und 3, ergaben nach E. Günz:

Nr. 1: 0,0197
„ 2: 0,0235
„ 3: 0,0232

Der in heißer conc. Salzsäure gefundene Kalk dieser Felder betrug:

Nr. 1: 0,2722
„ 2: 0,3629
„ 3: 0,3472

Die im Wasser lösliche Kalkmenge ist somit von der in conc. Salzsäure löslichen

bei Nr. 1 der 13,8fache Theil,
„ „ 2 „ 15,4 „ „
und „ „ 3 „ 14,5 „ „

Man ersieht hieraus, daß die in löslicher Form im Boden verbleibende Kalkerdemenge einen bedeutenden Bruchtheil der in conc. Salzsäure löslichen ausmacht.

Da es nicht ohne Interesse war, die Zusammensetzung der nach ca. 12jähriger Kalkung vorhandenen Kalkerdestückchen kennen zu lernen, so wurde ein Theil derselben unter den erforderlichen Vorsichtsmaßregeln gesammelt, zerkleinert und untersucht.

Die Analyse von E. Günz ergab folgendes:

Eisenoxyd, Thonerde	1,39
Kalkerde	43,28
Magnesia	0,84
Kali	0,17
Natron	0,48
Phosphorsäure	0,24
Schwefelsäure	0,25
Kieselsäure	2,53
Kohlensäure	19,91
Thon	0,03
Chlor und Sand	13,86
	82,98
Sauerstoff ab für Chlor	0,01
	82,97
Glühverlust aus der Differenz	17,03
	100,00

Die Analyse zeigt, daß in den kleinen Kalkstückchen noch Aetzkalk vorhanden gewesen ist; der Kalk erfordert 34,01 Kohlensäure, gefunden sind dagegen nur 19,91, also 14,10 % weniger, wenn hierbei von den anderen Basen und Säuren abgesehen wird; wesentlich können diese das Resultat selbstverständlich nicht ändern.

Welche lösende Wirkung schwefels. Ammoniak vor allem auf den Kalk, sowie auf die anderen Nährstoffe des Bodens, wie Kali, Natron, Phosphorsäure ausübt, mag an dieser Stelle zugleich noch mit einigen Zahlen belegt werden.

Die drei vorher genannten Böden wurden mit einer $^1/_{10}$ atom. Lösung von schwefels. Ammoniak 14 Tage lang in Berührung gelassen — auf 100 Grm. lufttrockenen Boden 200 Ccm. der Lösung —. Hierbei wurden die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate von E. Günz erhalten:

	I.	II.	III.
Eisenoxyd . . .	0,0004	0,0006	0,0004
Kalkerde . . .	0,1039	0,1306	0,1297
Magnesia . . .	Spur	Spur	—
Kali	0,0157	0,0111	0,0161
Natron	0,0203	0,0293	0,0277
Phosphorsäure .	0,0047	0,0041	0,0008

Interessant ist vor allem die große lösende Wirkung des schwefels. Ammoniaks auf den Kalk — es ist mehr als $^1/_3$ des in heißer conc. Salzsäure löslichen Kalkes gelöst worden —, dann aber auch die auf die Alkalien und Phosphorsäure, während sich die Magnesia ganz oder wenigstens so gut wie ganz dem Löslichwerden entzieht.

Die bereits mehrfach erwähnten Untersuchungen der schweren Boden-Parcellen bestätigen die obigen Zahlen.

In 24 Stunden wurden gelöst:

	Ungedüngt	Kalk-Parcelle
Eisenoxyd	0,0021	0,0032
Kalkerde.	0,1053	0,1826
Magnesia	0,0389	0,0187
Kali	0,0112	0,0077
Natron	0,0331	0,0211
Phosphorsäure . . .	0,0057	0,0105

Bei der Kalk-Parcelle ist naturgemäß wesentlich mehr Kalk in Lösung getreten, als bei der ungedüngten, dagegen aber, was zu bemerken ist, weniger von den anderen Basen, aber wieder mehr Phosphorsäure.

b. Wirkung der durch die Umsetzungen erzeugten Wärme.

Bei den Umsetzungen, welche durch den Kalk im Boden hervorgerufen werden, wird, da es ja chemische Processe sind,

durch die sie entstehen, Wärme frei; diese so gebildete Wärme ist sowohl auf den Boden, als auch auf die Pflanzen von günstigem Einflusse.

§ 366.

Resume.

Die düngende Kraft des Kalkes besteht somit außer der physikalischen Wirkung desselben auf den Boden, vor allem darin, daß er im Boden vorhandene Stoffe für die Pflanze assimilirbar macht. Hieraus folgt nothwendiger Weise, daß im Boden Stoffe vorhanden sein müssen, auf welche der Kalk die genannten Einflüsse ausüben, welche er in für die Pflanze aufnehmbare Formen überführen kann. Der hieraus zunächst hervorgehende Schluß ist der, daß das Kalken auf einem armen Boden ohne Erfolg ist und daß anderseits nur dann mit Erfolg gekalkt werden kann, wenn ein Boden die Pflanzennährstoffe in hinreichender Menge enthält. Daß ferner der Kalk ohne Anwendung von Dung das alte landwirthschaftliche Sprüchwort: „Der Kalk macht reiche Väter, aber arme Söhne" zur Wahrheit macht, zeigt die Art der Wirkung des Kalkes ebenfalls.

Es muß stets wohl erwogen werden, daß der Kalk nur das im Boden vorhandene Kapital an Nährstoffen schneller zur Verwendung stellt, als es ohne seine Gegenwart der Fall ist, daß somit aber auch das in kürzerer Zeit dem Boden entzogene Kapital durch neues ersetzt werden muß, wenn die Fruchtbarkeit desselben nicht nachlassen soll.

Der Kalk darf daher nie alleiniger Dünger sein sollen, sondern außer demselben müssen den Feldern noch die erforderlichen direct düngend wirkenden Dungstoffe zugeführt werden.

Es mag gleich an dieser Stelle noch hervorgehoben werden, daß der Aetzkalk nie zu gleicher Zeit mit Düngemitteln gegeben werden darf, welche Ammoniak als solches enthalten, da dann durch den Kalk Ammoniak frei gemacht und so wenigstens zum Theil verloren geht. Derartige Düngemittel sind Stallmist, aufgeschlossener Peruguano, Ammoniak-Superphosphat, schwefels. Ammoniak 2c.

Da Stallmist und Kalk mit dem Pfluge in den Boden gebracht werden müssen, so sind beide aus dem obigen Grunde zu derselben Frucht nicht zu geben. Ist der Kalk auf die Stoppel

gestreut und eingepflügt, so können die anderen Ammoniak enthaltenden Düngemittel vor der Saat auf die rauhe Furche gegeben und dann durch Exstirpator und Egge in den Boden gebracht werden.

Bei den Düngemitteln, welche den Stickstoff in organischer Verbindung und die Phosphorsäure als 3 bas. phosphors. Kalk enthalten, wie Knochenmehl, Fischguano, Fleischmehl u. s. w. führt der Aetzkalk Verluste resp. Nachtheile nicht herbei.

III. Anwendung der Kalkdüngung.

§ 367.

1. Nothwendigkeit des Kalkens.

Die Kalkdüngung ist auf allen Böden, welche kleefähig und an sich kalkarm sind, durchaus nothwendig und so oft zu wiederholen, als die betreffenden Felder Klee tragen sollen.

Die Ausführung des Kalkens ist bekanntlich eine unangenehme und auch in gewissem Grade für den Ausführenden nachtheilige Arbeit, da der Wind leicht dem Arbeiter den ätzenden Kalk in die Augen, den Mund ꝛc. führt und meines Wissens wirklich brauchbare Kalkstreumaschinen noch nicht existiren. Aus diesem Grunde kommt es vor, daß die Arbeiter sich weigern, diese Arbeit auszuführen, was weiter zur Folge gehabt hat, daß mancher Herr das Kalken mit aus dieser Ursache unterläßt. Unterstützt wird derselbe hierbei noch durch die Annahme, daß er durch die Düngung mit Knochenmehl, Superphosphat ꝛc. dem Boden hübsche Mengen Kalk zuführe und deshalb von einer besonderen Kalkdüngung absehen könne. Diese Annahme wäre eine durchaus richtige, wenn der Kalk nur direct als Nährstoff wirke. Da aber die vornehmste Wirkung des Kalkes die indirecte ist, so ist diese Annahme entschieden als falsch zu bezeichnen. Im Knochenmehl bringen wir den Kalk als phosphorsauren und etwas kohlensauren Kalk, in den Superphosphaten als schwefelsauren und phosphorsauren resp. sauren phosphorsauren Kalk zum Boden. Der Kalk in diesen Verbindungen wirkt aber in anderer Art und lange nicht in dem Grade energisch als der Aetzkalk, ferner sind auch die durch diese Düngemittel dem Boden zugeführten Kalkmengen weit geringer,

als die, welche demselben durch eine Kalkdüngung einverleibt werden.

Kalkdüngung für ganz leichte, arme Sandböden dagegen halte ich nach meinen Versuchen nicht für opportun, da bei diesen Böden die chemische Wirkung desselben wegen Mangel an den Bodenbestandtheilen, auf die derselbe eine solche auszuüben vermag, nur eine geringe sein kann und seine physikalische Wirkung Nachtheile und nicht Vortheile mit sich führt. Siehe diesen Band p. 622. Der schon an sich so wasserbedürftige Sandboden wird durch den Kalk nur noch trockener gemacht.

Für alle die Böden aber, um dies zum Schluß nochmals zu betonen, welche kalkarm, aber kleefähig sind, ist die Kalkdüngung durchaus nothwendig.

§ 368.

2. Ausführung des Kalkens.

Die beste Art den Kalk mit dem Boden zu vereinigen ist die, zunächst auf dem Felde aus dem gebrannten Kalke größere Haufen zu bilden, diesen die für das Löschen erforderliche Wassermenge zu geben und dann mit Erde gut zu bedecken. In diesen Haufen bleibt der Kalk so lange liegen, bis er gelöscht, d. h. bis er so viel Wasser chemisch gebunden hat, daß er in Kalkerdehydrat verwandelt ist. Da der Aetzkalk beim Löschen sein Volumen vergrößert, so entstehen in der den Haufen bedeckenden Erdschicht leicht Risse, welche wieder zuzudecken sind, damit nicht schon während des Löschens ein größerer Theil des Aetzkalkes in kohlensauren Kalk übergeführt wird. Hauptaufgabe beim Kalken ist, den Kalk in der Form, in der er gekauft, also in der gebrannten, so weit wie irgend möglich, auch in den Boden zu bringen, da der Aetzkalk in viel höherem Grade, als der kohlensaure Kalk im Boden wirkt. Zur Illustration des Verhaltens beider Kalkerde-Verbindungen im Boden läßt sich als Beispiel die Wirkung von gebranntem Kalk und Wasser und von Kreide und Wasser auf die menschliche Haut u. s. w. hinstellen. Wie die menschliche Haut bei der Kalkerdehydratbildung sehr bald verletzt wird, während Kreide und Wasser auf dieselbe ohne Einfluß sind, so ist bis zu einem gewissen Grade ähnlich die Wirkung des Aetzkalkes und die des kohlensauren Kalkes in Hinsicht auf die zersetzende Wirkung auf die Bodenbestandtheile.

Es muß daher rationell das Löschen des gebrannten Kalkes

so schnell als möglich stattfinden. Ist der Kalk gelöscht, d. h. ist er vollständig zu einem staubfeinen Pulver zerfallen, so ist er schnell so gleichmäßig, wie nur möglich, auf dem Felde zu vertheilen und sofort mit dem Pfluge in den Boden zu bringen.

Das einfache Eineggen des Kalkes, wie dies so oft geschieht, ist entschieden als falsch zu verwerfen, da hierdurch der Kalk unvollstänig mit Erde bedeckt wird und der Theil desselben, der frei oben aufliegt, sehr bald in kohlensauren Kalk verwandelt wird. Der Kalk muß so in den Boden gebracht werden, daß er vollständig von der Erde bedeckt ist.

Das Streuen und Unterbringen des Kalkes darf nur bei trockenem Wetter vorgenommen werden, weil im anderen Falle der Kalk einerseits mit den Bodenbestandtheilen nicht innig genug gemengt wird und andererseits sich so leicht cementartige Verbindungen bilden, wodurch dieser Theil des Kalkes für seine Wirkung im Boden verloren ist.

Den Kalk auf dem Hofe zu löschen und dann aufs Feld zu fahren ist im Allgemeinen zu verwerfen, weil dadurch die Kosten der Kalkdüngung unnöthiger Weise erhöht werden; der Kalk erfordert gelöscht eine größere Gespannkraft als ungelöscht, um aufs Feld geschafft zu werden. 100 Theile Aetzkalk nehmen 32,15 Theile Wasser auf, wenn sie sich in Kalkhydrat verwandeln, es werden also durch das Löschen aus 100 Kilo Aetzkalk 132,15 Kilo Kalkhydrat.

Ganz verwerflich ist das Anfahren des Kalkes gelegentlich des Winters auf den Hof und von da, wenn es paßt, aufs Feld; hierbei treten durch die Bildung von kohlens. Kalk erhebliche Verluste ein und doch ist dies noch jetzt hier und da gebräuchlich.

Anfahren, Löschen, Breiten und Einpflügen sind die Operationen, welche so schnell, wie möglich auf einander zu folgen haben.

§ 369.

3. Stärke der Kalkdüngung.

Die Menge von Kalk, welche pro Hectar anzuwenden ist, hängt vor allem von der Bodenbeschaffenheit ab. Der strenge, bindige Thonboden bedarf, wie wir bereits gesehen haben, eine größere Menge Aetzkalk, als der leichte Boden.

Die pro Hectar verwendete Kalkmenge ist in den verschiedenen Ländern ganz außerordentlich verschieden. So giebt man in England auf thonigem

Boden 100—130 Ctr. und auf leichtem Boden 65—80 Ctr.; die Felder sehen hier nach dem Kalken so aus, als wenn sie mit einer dichten Schneedecke bedeckt wären. In Frankreich werden alle 7—8 Jahre 25—30 Ctr., in Belgien alle 10—12 Jahre etwa 20 Ctr. und in Deutschland alle 7—8 Jahre 20—40 Ctr. pro Hectar verwendet.

Meiner Ansicht nach ist eine geringere Menge, öfters wiederholt, der Anwendung einer größeren Menge in größeren Zwischenräumen entschieden vorzuziehen, da ja einerseits die Hauptwirkung des Kalkes auf seinen basischen Eigenschaften beruht, welche er zum Theil durch die Verwandlung in kohlensauren Kalk verliert und andererseits durch eine zu große Menge von Kalk Ammoniak-Verluste hervorgerufen werden; daher halte ich die Verwendung von 20—40 Ctr. pro Hectar so oft wiederholt, als das Feld Klee tragen soll, für am zweckmäßigsten. Unter besonderen Umständen, z. B. bei stark versäuerten Böden, kann die Menge verdoppelt werden.

§ 370.

Der kohlensaure Kalk.

Die Wirkung des kohlensauren Kalkes auf den Boden ist eine ganz ähnliche, wie die des Aetzkalkes, nur eine schwächere und daher in der Zeit langsamere, wie dies die folgende Betrachtung darthun wird.

1. Die innige Mischung zwischen den Bestandtheilen des Bodens und dem Kalke, welche für die Wirkung desselben ja von so ganz besonderer Wichtigkeit ist, findet bei Anwendung des Kalksteins lange nicht in dem Grade statt, als dies bei der des Aetzkalkes der Fall ist, da der Kalkstein von bedeutender Härte und deshalb schwer in ein feines Pulver zu verwandeln ist. Der Aetzkalk dagegen geht ohne besondere Hülfe einfach durch Verwandlung in Hydrat — „Löschen“ — in ein staubfeines Pulver über, welches sich mit den Bodenbestandtheilen innig mischen läßt. Die Mischung, welche nach dem Zerfallen des Aetzkalkes zunächst auf mechanischem Wege bewerkstelligt wird, vervollständigt sich dann, wie wir gesehen haben, noch weiter auf chemischem Wege, indem von dem Kalkerdehydrat wenigstens ein Theil gelöst und so eine innigere Mischung mit den Bodenbestandtheilen herbeigeführt wird. Der bereits gebildete kohlensaure Kalk oder der als solcher zum Boden gebrachte ist dagegen in Wasser so gut wie unlöslich und kann nur durch Vermittelung der Kohlensäure des Bodens unter Bildung von doppelt kohlensaurem Kalke

gelöst werden. Die Wirkung der Kohlensäure, deren Vorkommen im Boden im I. Bde. p. 86 besprochen, ist auf den aus dem Aetzkalk gebildeten kohlensauren Kalk eine viel energischere als auf den als Kalksteinpulver dem Boden einverleibten; da erstlich die Vertheilung des ersteren eine viel feinere, als die des anderen und zweitens der neu gebildete kohlensaure Kalk an und für sich viel leichter löslich ist, als der andere.

2. Der Kalk verdankt die Veränderungen, welche er im Boden herbeiführt, zum größten Theil seinen Eigenschaften als Basis, welche im kohlensauren Kalk bedeutend modificirt sind; dieser hat zwar auch noch basische Eigenschaften, denn die basische Natur der Kalkerde wird durch die schwache Kohlensäure nicht vollständig aufgehoben; dieselbe ist aber doch bedeutend geringer als die des Aetzkalks. Aus diesem Grunde kann der kohlensaure Kalk auch viel weniger energisch zersetzend auf die organischen und unorganischen Bestandtheile des Bodens einwirken, als der Aetzkalk. Die entsäurende Eigenschaft kommt dagegen dem kohlensauren Kalke in demselben Grade als dem Aetzkalke zu, da die Kohlensäure eine so schwache Säure ist, daß sie fast von jeder anderen Säure aus ihren Verbindungen freigemacht wird.

Es wird kaum noch erwähnt zu werden brauchen, daß vom kohlensauren Kalke wesentlich mehr, als vom Aetzkalke anzuwenden ist, da der erstere ja in 100 Theilen noch 44 Theile Kohlensäure enthält.

Anhang.

§ 371.

Kalkhaltige Nebenproducte von Fabriken.

Bei der Darstellung des Leuchtgases, sowie noch bei einigen anderen Fabrikationen werden Neben-Producte gewonnen, welche wegen ihres Reichthums an Aetzkalk und kohlensaurem Kalk, sowie auch wegen ihrer schwefelsauren Verbindungen beachtet und benutzt zu werden verdienen.

Auf der folgenden Tabelle sind einige Analysen dieser Stoffe zusammengestellt.

I. Gaskalk aus der Prager Gasanstalt; Analyse von R. Hoffmann.
II. Gaskalk aus England; Analyse von A. Völcker.
III. Gaskalk; Analyse von Peters.
IV. Kalkofenbruch; dies sind der Staub und die kleineren Theilchen von Kalk, welche in den Kalköfen nach dem Ausführen des Kalkes zurückbleiben; öfters sind große eingebackene und zusammengesinterte Steine u. dgl. beigemengt; Analyse von R. Hoffmann.
V. Kalk aus dem Saturateur einer Zuckerfabrik; Analyse von R. Hoffmann.
VI. Abfall aus einer Sodafabrik; Analyse von R. Hoffmann.
VII. Kalk von einer Chlorkalk-Bleicherei; Analyse von A. Schlimper-Pommritz.
VIII. Gaskalk; Analyse von R. Fritzsche-Pommritz.
IX. Gaskalk; Analyse von R. Fritzsche-Pommritz.
X. Abfallkalk von der Fabrikation von schwefels. Ammoniak aus Gaswasser; Analyse von A. Schlimper-Pommritz.
XI. Gaskalk; Analyse von Ad. Mayer und F. Clausnitzer.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Wasser	4,00	7,24	3,36	—	5,00	10,00 (Kohle)	44,89	4,55	4,84	59,24	30,1
Organische Substanz	1,13		1,32	—	27,32	14,40	—	9,86	5,29	5,00	?
Kohlensaurer Kalk .	25,00	49,40	20,20	21,82	59,09	48,14	34,34	45,25	74,00	—	17,5
Aetzkalk.	46,28	18,23	48,71	8,70	3,16	—	5,45	19,20	0,59	12,42	32,6
Schwefelsaurer Kalk	23,34	4,64	16,24	—	0,68	2,44	—	1,80	0,78	—	21,2
Schwefligsaurer Kalk	—	15,19	4,96	—	—	—	—	—	—	—	
Schwefelcalcium . .	0,50	—	3,28	—	—	7,21	—	—	—	—	Spur
Magnesia.	—	2,53	0,52	—	—	—	—	5,31	3,09	2,40[3]	—
Alkalien	—		0,24	—	—	11,01[2]	—	?	?		—
Eisenoxyd u. Thonerde	—	—	1,22	2,20	3,75	3,40	—	2,54	3,22	4,49	—
Unlöslicher Rückstand, Sand und Thon	—	0,28	—	55,48[1]	1,00	3,00	2,61	8,33	6,54	6,59	—
	100,25	97,51	100,00	88,20	100,00	99,60	87,29	96,84	98,35	80,14	101,4
Stickstoff	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,08%	0,01%[4]

[1] und Wasser. [2] bestehend aus 7,21 kohlens. Natron und 3,80 schwefelsaurem Natron. [3] und Schwefelsäure ꝛc.
[4] Spuren von Rhodan.

Für die Anwendung des Gaskalkes ist noch zu bemerken, daß derselbe, bevor er benutzt wird, einige Monate lang an der Luft liegen muß, damit das Schwefelcalcium in schwefligsauren (unterschwefligsauren) und schwefelsauren Kalk verwandelt wird. Im frischen Zustande, wie er aus den Reinigungs-Apparaten der Leuchtgasanstalten kommt, bildet der Gaskalk ein Gemenge von unzersetztem Kalkhydrat, Schwefelcalcium, kohlensaurem Kalk ꝛc.

Ebenso müssen die Rückstände von der Soda-Fabrikation eine Zeit lang an der Luft liegen, damit das Schwefelcalcium derselben oxydirt werde.

Kapitel III.

Der Mergel.

§ 372.

Geschichtliches.

Der Nutzen der Mergelung war bereits den Alten bekannt.

Plinius sagt von dem Mergel Folgendes: „Es werden die verschiedensten Sorten unterschieden, der weiße, rothe, taubenfarbige, thonige, tuffsteinartige und sandige Mergel. Die Verwendung des Mergels ist eine verschiedene: zur Düngung des Getreides dient der weiße Tuffmergel, der eine ewige Fruchtbarkeit zur Folge hat, wenn er in der Nähe von Quellen gegraben war; doch im Großen schadet er dem Acker, da er ihn zu sehr erhitzt, ihn verbrennt. Der zweitbeste ist ein sandiger, rother Mergel, welcher aber in den ersten Jahren nach der Düngung die Halme hart und schwer zu mähen macht. Dieser Mergel soll (wie sein Bericht lautet) mit Salz vermischt werden; dann ist die Wirkung desselben eine viele Jahre anhaltende. Nicht nur für Wiesen, sondern auch für Weiden und Hutungen ist eine Mergeldüngung sehr vortheilhaft, wozu eine Art weißen Mergels geeignet ist, denn obgleich diese viel Gras wachsen läßt, so hat sie das Eigenthümliche, daß sie, wird sie für Feldfrüchte angewendet, unter diesen keine Gräser aufkommen läßt. Sie hat eine dreißigjährige Wirkung. Der Sandmergel, den man am liebsten auf naßkaltem, feuchtem Boden anwendet, hat sonst nur einen geringen Werth.“ Wir haben diese Stelle aus Plinius hier vollständig notirt, um zu zeigen, wie eingehend schon die Alten die Fragen der Bodenbearbeitung und Düngung betrachtet, und wie richtig bereits vielfach ihre Ansichten gewesen sind.

In Deutschland ist das Mergeln, soviel man weiß, seit dem zwölften Jahrhundert im Gebrauch. Anfänglich war die Verbreitung desselben aber eine sehr langsame, was vor allem in der Unkenntniß der Natur des Mergels seine Ursache hatte. So wurden z. B. im vorigen Jahrhundert auf Befehl Friedrich des Großen die Marken auf Mergellager untersucht

und merkwürdiger Weise von den Mergelgräbern kein Mergel gefunden, obgleich derselbe in reichlichster Menge daselbst verbreitet ist und zwar in einer Beschaffenheit, wie er sich gerade für den dortigen Boden eignet; das Vorurtheil aber, daß die Marken keinen Mergel hätten, war so eingewurzelt, daß Thaer, wie er selbst berichtet, anfänglich verspottet wurde, als er Mergel suchen wollte.

Oefters ist es auch vorgekommen, daß eine Erde, welche für Mergel gehalten, aber kein Mergel war, benutzt wurde und sich so ungünstige Resultate ergaben, welche denselben in Mißkredit brachten. Anderseits gab man sich vielfach dem Glauben hin, daß ein Land, welches gemergelt sei, weiter keines Düngers bedürfe, düngte daher auch nicht und sah dann sehr bald die ungünstigen Folgen dieses Verfahrens: in den ersten Jahren Steigerung der Ernten, dann allmähliche Verminderung derselben, welche auch durch wiederholte Mergelung oft nicht mehr zu heben war.

Dies ist dann wohl die Ursache, daß schon vor mehreren Jahrhunderten das Sprüchwort entstanden war: „Der Mergel macht reiche Väter, aber arme Söhne." Der Ausdruck „ausmergeln" schreibt sich ebenfalls davon her.

Alle diese Uebelstände gingen, wie gesagt, aus der Unkenntniß der Natur des Mergels und der Beschaffenheit des Bodens, wie aus der Unkenntniß des Bedürfnisses der Pflanze hervor, und konnten erst gehoben werden, als die Chemie den Mergel und den Boden und die Physiologie die Ernährung der Pflanzen kennen lehrten. „Bei einer guten Wirthschaft, sagt Thaer, ist jenes Sprüchwort so wenig wahr, daß man im Gegentheil sagen kann, der Mergel vermehre den Reichthum progressiv bei jeder Generation, indem durch ihn auch das Material des Mistes selbst in immer größerer Quantität ergänzt wird."

Jetzt weiß aber wohl jeder Landwirth, daß das Mergeln von großem Vortheile ist, wenn auch noch hier und da die Klage laut wird, daß dasselbe nichts hat helfen wollen. In Folge dessen ist das Mergeln ganz allgemein verbreitet und zwar in der Art, daß es in Deutschland sicherlich nicht viele Güter giebt, welche im Besitz von Mergel wenigstens nicht einmal gemergelt wären. Wollte man aber aus dieser allgemeinen Anwendung des Mergels den Schluß ziehen, daß die Natur desselben, sowie die wahre Ursache seiner Wirkung ebenso allgemein bekannt wären, so würde man sich sicherlich eines großen Irrthums schuldig machen.

Im Folgenden werde ich das Vorkommen des Mergels, seine Eigenschaften, Wirkungen und Anwendung, abgesehen von den verschiedenartigen Ansichten, welche hierüber aufgestellt sind, nach dem heutigen Stande unseres Wissens zusammenstellen.

§. 373.

I. Vorkommen und Beschaffenheit des Mergels.

Der Mergel ist ein inniges Gemenge von kohlensaurem Kalk (Kalk) und Thon, welchen sich gewöhnlich noch Sand zugesellt. Er ist durch die Wirkung des Wassers entstanden, deshalb

kann derselbe auch nur in den Gebirgs-Formationen vorkommen, welche sich durch Absatz aus dem Wasser gebildet haben. Wir finden den Mergel daher: im Alluvium, Diluvium, der Braunkohlen-, Grobkalk-, Kreide-, Jura-, Lias-, Keuper-, Muschelkalk-, Buntsandstein- und Zechstein-Formation.

Die Zusammensetzung des Mergels ist eine außerordentlich verschiedene, so daß die Vorstellung, welche man sich unter Mergel zu machen hat, durchaus keine bestimmte sein kann. Spricht man dagegen von Gyps, Marmor u. s. w., so weiß man, was damit gemeint ist; man kann einen ganz bestimmten Begriff damit verbinden. Anders beim Mergel.

Der Mergel wird verschiedenartig bezeichnet und zwar entweder nach seiner Consistenz, nach dem Vorwalten des einen der Hauptbestandtheile, oder auch nach einem der Nebenbestandtheile, wenn er dadurch einen bestimmten Character erhält.

Nach seiner Consistenz theilt man den Mergel in Stein-, Schiefer- und erdigen Mergel ein.

Der Steinmergel ist von steiniger Beschaffenheit, entwickelt beim Anhauchen den bekannten Thongeruch und zerfällt, an der Luft liegend, zunächst in kleine, steinartige Stücke, welche allmählich weiter zerfallen und erdige Beschaffenheit annehmen. Die Steinmergel sind durch einen bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Kalk ausgezeichnet; Stücke desselben werden zuweilen im erdigen Mergel gefunden.

Der Schiefermergel, auch Thonschiefermergel genannt, ist von schiefriger Beschaffenheit, welche ihm entweder schon ursprünglich eigen ist, oder sich beim Zerfallen zeigt. Dieser Mergel kommt im Keuper und Lias vor; die letztere Bildung ist meistens von jüngeren Gebirgs-Formationen überlagert, so daß sie selten zu Tage tritt, weshalb auch der in derselben vorkommende Schiefermergel, welcher den Namen schwarzer Liasmergel führt, landwirthschaftlich keine Bedeutung hat. Der Keupermergel dagegen findet sich besonders im südlichen Deutschland (bei Tübingen, Eßlingen, Stuttgart) auch in Thüringen und Hannover (Göttingen) Er bildet die oberste Abtheilung der Keuperformation und zeigt sich meistens nur auf dem Rücken der Berge. Der Keupermergel, bunter Keupermergel genannt, stellt ein weiches, dünn geschichtetes Thongestein dar, dessen schieferartige Blätter lose über einander liegen, weshalb derselbe in der Luft bald zerfällt. Er besteht aus Thon,

Sand, kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia und Eisen. Die Menge des kohlensauren Kalkes beträgt 1—14 %.

Die erdigen Mergel, welche je nach der Menge der Hauptbestandtheile, aus denen sie bestehen, mehr oder weniger locker sind, kommen vor allem im Diluvium vor, werden aber auch in allen Mergel führenden Formationen gefunden.

Was die Eintheilung der Mergelarten nach dem Vorwalten der Hauptbestandtheile anbetrifft, so unterscheidet man Thon-, Kalk- und Sandmergel mit ihren Uebergängen.

Schübler hat die Mergel in dieser Beziehung in 12 verschiedene Arten eingetheilt, wie sich aus folgender Tabelle ergiebt:

Bezeichnung des Mergels.	Kalk. %	Thon. %	Sand. %	Magnesia. %
Mergeliger Thon[1]	10—25	75—90	0—5	—
Thonmergel.	25—30	50—75	0—5	—
a. magnesiahaltiger	15—30	50—80	0—20	0—10
b. sandiger	25—50	50—75	über 5	—
c. thoniger Mergel	25—50	25—50	0—30	—
Lehmmergel.	15—25	20—50	25—50	—
a. sandiger Lehmmergel	15—25	10—20	50—75	—
Kalkmergel	75—90	10—25	0—10	—
a. sandiger	50—75	10—50	10—25	—
b. thoniger	50—75	25—50	0—5	—
c. magnesiahaltiger	30—75	25—50	0—30	0—20
Dolomitmergel	10—30	20—50	0—30	10—40

[1] Die hohen Zahlen für Thon müssen in der Schübler'schen Tabelle auffallen, da thatsächlich Mergel mit 90, ja auch nur mit 50 % Thon nicht vorkommt. Diese Zahlen erklären sich aber daraus, daß dieselben mit den damals bekannten Schlämm-Apparaten erhalten worden sind und diese Apparate die Trennung des feinsten Sandes vom Thon nicht zu bewerkstelligen im Stande waren. Die jetzt wesentlich verbesserten Schlämm-Apparate liefern dagegen Resultate, welche mit denen der chemischen Analyse sich sehr gut decken. Was betreffs der Angaben über den Thongehalt des Mergels gesagt ist, gilt auch von den über den Thongehalt der Ackererden, auch hier sind die Angaben über den Thon viel zu hoch. Es würde daher eine sehr dankenswerthe Arbeit sein, eine Untersuchung der verschiedenen Mergel- und Ackererden mit den jetzigen Apparaten vorzunehmen. Mehrere sehr brauchbare Arbeiten in dieser Beziehung liegen schon vor.

Außer Thon, kohlensaurem Kalk, Sand und kohlensaurer Magnesia enthalten die Mergel oft Nebenbestandtheile in nicht unbedeutenden Mengen, so daß ihnen durch dieselben noch besondere Eigenschaften zukommen, weshalb sie häufig nach diesen Nebenbestandtheilen benannt werden.

In Betreff der Magnesia, welche ja ebenfalls nur zu den Nebenbestandtheilen gehört, zeigt dies die obige Tabelle.

Zur Erklärung der Benennung „Dolomitmergel" ist zu bemerken, daß diese Bezeichnung einem Mergel dann gegeben wird, wenn der Magnesiagehalt desselben etwas mehr als 10 % beträgt und das aus

54,2 % kohlensaurem Kalke und
45,8 % kohlensaurer Magnesia

bestehende Mineral Dolomit zu seiner Bildung beigetragen hat.

Mergel, welche Dolomittrümmer führen, kommen nicht selten vor, sie finden sich z. B. in Ostpreußen in der Umgegend Waldau's häufig (Ritthausen).

Im Mergel finden sich ferner verschiedene Mineralien eingewachsen: z. B. Krystalle von Kalkspath und Dolomitspath (meist in Drusen und Nestern); Bergkrystalle (einzeln eingesprengt und zu Drusen zusammengruppirt; Gypsspath; Glimmerschuppen (stellenweise nicht selten); Cölestin (in Nieren); Eisenkieskrystalle; Pechkohle (in schmalen Adern) u. s. w. (Zirkel).

Enthält ein Mergel hierdurch solche Mengen von Eisenoxydul (resp. Eisenoxyd), Gyps, alkalische Salze, phosphorsauren Kalk und Humus, daß sie bei seiner Wirkung einen besonderen Einfluß auszuüben vermögen, so führt er noch die Beinamen: eisenschüssiger, gypshaltiger, salinischer, phosphorsäurehaltiger, humoser, bituminöser u. s. w.

Das Vorkommen der Phosphorsäure, welche, den Werth desselben besonders zu erhöhen im Stande ist, erklärt sich aus der allmählichen Zersetzung phosphorsäurehaltiger, organischer Reste, nämlich fossiler Knochen, wie aus dem Vorkommen von Apatiten u. s. w. in den Mineralien, durch deren Verwitterung der Mergel entstanden ist (Bd. I. p. 524 u. f.). Geringe Mengen Phosphorsäure finden sich fast in jedem Mergel.

Was die Farbe des Mergels anbetrifft, so ist diese außerordentlich verschieden; sie hängt von dem Gehalte

des Mergels an Kalk, Eisenverbindungen und Humus ab. Enthält ein Mergel viel Kalk und wenig oder kein oxydirtes Eisen, so hat er ein weißes bis grau und gelbliches Ansehen; kommt dagegen Eisen in ihm vor, so ist die Farbe je nach der Oxydationsstufe desselben wechselnd: bei Eisenoxydul grünlich bis blau, bei Eisenoxyd mehr oder weniger rothbraun, ockergelb u. s. w. Die humosen Bestandtheile geben ihm ein graubraunes bis schwarzes Ansehen.

Die auf der folgenden Tabelle zusammengestellten Analysen von Mergel mögen zur Characteristik desselben dienen.

	Sand- bis lehmiger Sandmergel. Mergel aus der Gegend von Hersfeld (Regbez. Kassel).			Diluvialmergel von der Lüneburger Heide.			Kalkmergel von Limburg, Belgien.		Untere Kreide		Süßwasserkalk		Nummulithenmergel.	Schaumkalk
				Kettenberg.	Idingen.	Stade.			Meersdorf bei Peine.	Vordorf bei Papenteich	Fischbeck bei Hameln.	Moringen	Volkmarsdorf.	Watzum im Braunschweig.
	Th. Dietrich.			C. Kraut.			Victor Laminne.		C. Krause.					
Wasser	—	—	—	2,98	0,65	2,6	—	—	1,53	4,01	0,89	3,31	14,58	2,55
Organ. Substanz	—	—	—	—	—	—	—	—	0,38	0,85	nicht bestimmt	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	3,06	3,46	3,26	1,62	2,69	2,8	1,00	1,21	1,53	5,45	0,62	0,14	5,51	3,46
Kohlens. Eisenoxydul	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kohlens. Kalkerde	8,80	12,03	11,68	9,11	10,82	13,3	90,84	76,15	85,71	58,67	90,75	94,79	46,89	84,60
Kohlens. Magnesia	2,08	1,77	2,35	?	?	1,1	—	—	nicht bestimmt		1,30	1,30	2,08	0,90
Thon	8,79	8,44	12,54	18,98	9,27	80,0	8,01	22,50	9,89	30,31	5,32	0,23	17,67[2]	8,79[3]
Sand	75,90	72,70	69,10	66,43[1]	74,18[1]								14,25	—
Kali	0,22	0,27	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Natron	0,09	0,06	0,04	—	—	—	geringe Mengen		—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	Spur	0,03	0,05	—	—	—	0,005	0,014	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	0,03	0,04	0,02	—	—	—	geringe Mengen		—	—	—	—	—	—
Kieselsäure	1,03	1,34	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	100,00	100,14	99,92	99,12	97,61	99,8	99,855	99,874	99,04	99,29	98,88	99,77	100,98	100,30

[1] und Geschiebe. [2] mit 4,97 % löslicher Kieselsäure. [3] mit 0,88 % löslicher Kieselsäure.

	Mergel von Württemberg.				Mergel aus dem Fürstenthum Lippe-Detmold.		
	Tuffmergel von Neidlingen.	Mergel von Jesingen (Feld).	Verwitterungsmergel von Uhenfels.	Keupermergel von Weinsberg.	1. Blauer, Evenhauser, über 2 lagernd	2. Rother, Evenhauser.	3. Schwarzer, Uebbentruper.
	E. Wolff.				J. König.		
Wasser	11,0	4,0	3,8	?	—	—	—
Organische Substanz	—	—	—	—	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	?	?	?	?	—	—	—
Kohlensaures Eisenoxydul	—	—	—	—	0,72	1,08	—
Kohlensaure Kalkerde	36,4	47,7	69,6	17,9	22,77	16,11	48,25
Kohlensaure Magnesia	21,4	1,1	1,5	10,7	16,04	8,59	0,38
Thon Sand	31,1 und Eisenoxyd 2c.	47,0	21,1	?	57,99	71,70	50,05
Kali	—	—	—	—	2,43	2,39	0,99
Natron	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	0,14	0,24	—	0,20	0,04	0,13	0,34
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	—	—
Kieselsäure	—	—	—	—	—	—	—
	100,04	100,04	96,0	?	99,99	100,00	100,01

[1] außerdem noch 4,56 und bei [2] 2,66 % Magnesia.

Mergel des Röth's, Uebergang des Buntsandsteins zum Muschelkalk.			Mergel von Holstein.			Mergel aus Ostpreußen		Wiesenmergel		
gelb	blau	roth	Neversdorff.	Rehmten.	Rienjahn.	von Papian	von Karschaud bei Königsberg.	aus Kirchwistedt, Stade.	aus benachbartem Lager.	aus Wachholz.
Th. Dietrich.			A. Emmerling.			E. Heiden.		E. Kraut.		
1,01	3,21	2,14	—	—	—	1,30	9,52	12,2	7,9	48,7
—	—	—	—	—	—	0,70		30,4	26,3	
8,30	11,48	3,55	?	?	?	3,04	4,63	7,6	19,1	7,8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43,50	22,39	23,02	73,67	30,1	9,89	15,44	18,13	48,8	40,9	41,9
2,91	2,46[1]	9,74[2]	—	—	—	2,11	2,11	—	—	—
						Magnesia				
								—	—	—
38,40	47,80	55,50	?	?	?	72,66	59,22			
								1,5	5,8	1,6
1,01	0,23	0,11	0,01	0,02	0,13	0,45	0,32	—	—	—
1,31	0,46	0,18	0,04	0,05	0,07			—	—	—
—	0,17	0,16	0,03	0,02	0,15			—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,28	8,22	4,21	?	—	—	4,30	6,07	—	—	—
100,72	96,42	98,61	?	?	?	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

§ 374.

II. **Eigenschaften des Mergels.**

a. Zerfallen des Mergels.

Die den Mergel vor allem characterisirende Eigenschaft ist die, daß er, den Einflüssen der Witterung ausgesetzt, seinen Zusammenhang verliert und in eine lockere Masse zerfällt, welche sich mit der Ackererde gleichmäßig mischen läßt.

Dieses Zerfallen des Mergels beruht darauf, daß seine Hauptbestandtheile sich beim Austrocknen und Anfeuchten verschiedenartig verhalten. Während der Thon durch Befeuchten sein Volumen vermehrt und durch Austrocknen vermindert, kommt diese Eigenschaft dem Sande und kohlensaurem Kalke nicht zu. Liegt somit ein Mergel an der Luft und trocknet, so muß der Zusammenhang seiner Theile allmählich schwinden, indem der Thon ein geringeres Volumen, wie vorher, annimmt, während Sand und kohlensaurer Kalk das ihrige behalten. Daraus folgt, daß zunächst wenigstens eine theilweise Trennung des Thones, Sandes und kohlensauren Kalkes vor sich gehen muß. Tritt dann Anfeuchtung ein, so dehnt sich der Thon zwar wieder aus, wird aber mit dem Sande und kohlensaurem Kalke nicht mehr in den früheren Zusammenhang kommen können, da diese durch ihre eigene Schwere u. a. weiter, als im ursprünglichen Zustande entfernt worden sind. So wird ein abwechselndes Austrocknen und Anfeuchten mit der Zeit ein vollständiges Zerfallen des Mergels zu einem lockeren Pulver zur Folge haben. Da dieses Zerfallen für einen guten Mergel characteristisch ist, so folgt daraus, daß in demselben die drei Hauptbestandtheile auch in gewissen, bestimmten Verhältnissen vorkommen müssen, welche natürlich unter sich wieder sehr verschieden sein können.

In Betreff des kohlensauren Kalkes ist besonders hervorzuheben, daß derselbe im feinvertheilten Zustande im Mergel enthalten sein muß, wenn seine Wirkung in genannter physikalischer, sowie in der weiter unten zur Besprechung kommenden chemischen Beziehung die erwünschte sein soll. Ein Mergel mit gröberen Kalkstückchen und in Folge dessen hohem Gehalte an kohlensaurem Kalk wird daher weniger

werth sein, als ein anderer mit verhältnißmäßig geringerem Kalkgehalte, wenn dieser sich im feinvertheilten Zustande befindet.

b. Wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft des Mergels.

Die Eigenschaft des Mergels, eine gewisse Menge von Wasser aufzunehmen (wasserfassende) und eine gewisse aufgenommene Wassermenge eine Zeit lang festzuhalten (wasserzurückhaltende Kraft) ist für seine Wirkung wichtig. Die Mergelarten besitzen im Allgemeinen beide Eigenschaften in bedeutendem Grade; der Grad derselben hängt natürlich von den Bestandtheilen ab. Da von diesen dem Thon die genannten Eigenschaften vor allem eigen ist, so werden auch die an diesem Körper reichen Mergel am meisten Wasser aufzunehmen und festzuhalten im Stande sein. Je sand- und kalkhaltiger dagegen ein Mergel ist, um so geringer ist seine wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft.

c. Erhitzungs- und Verdunstungskraft.

Beide Eigenschaften stehen in engem Zusammenhange: je mehr Wärme ein Körper aufnehmen kann, um so mehr Wasser wird er zu verdunsten im Stande sein, da das Wasser, um Gasform anzunehmen, einer großen Menge von Wärme, ja der größten von allen festen und flüssigen Körpern bedarf.

Andererseits wird ein Körper, welcher viel Wasser enthält, sich nur langsam erwärmen, da das Wasser die größte Wärme-Capacität besitzt (Bd. I. p. 204 u. f.). Daraus folgt, daß die Erhitzungs- und Verdunstungskraft der wasserzurückhaltenden Kraft entgegenstehen muß, daß ein Körper beide nur im umgekehrten Verhältnisse besitzen kann. Je größer somit die wasserzurückhaltende Kraft eines Mergels, um so geringer ist seine Erhitzungs- und Verdunstungskraft und umgekehrt.

Daß die wasserzurückhaltende Kraft des Mergels im Verein mit der Winterkälte auf die Beschleunigung des Zerfallens einen bedeutenden Einfluß ausübt, geht aus dem Verhalten des Wassers beim Gefrieren, wie dies Bd. I. p. 204 beschrieben ist, hervor. Durch die Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren werden die Zwischenräume zwischen den Thon-, Sand- und Kalktheilchen vergrößert und so das Zerfallen des Mergels vermittelt.

III. Wirkung des Mergels.

§ 375.

Die Wirkung des Mergels ist eine indirecte und directe; erstere besteht in einer chemischen und physikalischen.

1. Indirect düngende Wirkung des Mergels.

a. Chemische Wirkung.

Dieselbe beruht in dem Gehalte des Mergels an kohlensaurem Kalke. Die chemische Wirkung des Kalkes auf die Bodenbestandtheile ist bereits p. 798 u. f. besprochen worden, so daß hier auf das dort Angeführte zu verweisen ist. Da im Mergel der Kalk als kohlensaurer vorhanden, so ist das beim kohlensauren Kalke p. 818 f. Angeführte beim Mergel besonders zu betonen.

b. Physikalische Wirkung.

a. Veränderung der Mischungsverhältnisse des Bodens.

Die physikalische Wirkung, welche der Mergel auf den Boden ausübt, ist von ganz außerordentlicher Wichtigkeit, ja kann vielfach der Hauptzweck der Mergelung sein. Durch einen passenden Mergel können wir die Mischungsverhältnisse des Bodens vollständig verändern. Natürlich ist nicht jeder Mergel für jeden Boden geeignet, sondern jedem Boden muß der für ihn passende Mergel, soweit es irgend möglich, gegeben werden. So darf auf den Thonboden kein Thonmergel und auf den Sandboden kein Sandmergel gebracht werden, sondern der Thonboden muß, wenn ein physikalisch günstiger Einfluß auf denselben ausgeübt werden soll, einen Sand- oder Kalkmergel erhalten, während sich dagegen für den Sandboden vor allem der Thon- und auch Kalkmergel eignen.

In der Praxis läßt sich dies natürlich nicht immer stricte durchführen, da der Landwirth, welcher Thonboden hat, nicht immer im Besitze von gutem Sandmergel ist und umgekehrt. Der Landwirth muß sich daher stets nach den Verhältnissen richten. Unter Umständen kann auch noch ein guter Thon-

mergel auf Thonboden, und ein Sandmergel auf Sandboden mit günstigem Erfolge angewendet werden. Da aber die Mergellager, welche sich auf einem Gute vorfinden, selten von gleicher Qualität sind, vielfach sogar die Mergelschichten in ein und derselben Grube variiren, so wird sich bei einiger Sorgfalt wenigstens annähernd für den betreffenden Boden auch der einigermaßen passende Mergel finden lassen.

Bringt man auf einen Thonboden Kalk- oder Sandmergel, so wird hierdurch seine zu große Bindigkeit und wasserzurückhaltende Kraft vermindert werden, zwei Eigenschaften, welche für die Bearbeitung einen bedeutenden Aufwand an Arbeitskraft, resp. Geld fordern und einen nicht günstigen Einfluß auf das Wachsthum der Pflanzen ausüben. Durch die Veränderung der Mischungsverhältnisse des Bodens treten an Stelle dieser schädlichen Eigenschaften, Lockerung und verminderte wasserzurückhaltende Kraft mit all ihren günstigen Wirkungen, z. B. vermehrtem Eintritt der Luft zum Boden und dadurch erhöhter Wirkung des Sauerstoffs auf die Bestandtheile des Bodens, Erwärmung u. s. w.

Dem Sandboden andererseits nimmt man durch Thonmergel seine zu geringe Bindigkeit, zu geringe wasserzurückhaltende Kraft u. s. w.

b. Erhöhung, resp. Vertiefung der Ackerkrume.

Eine fernere, nicht unwichtige Wirkung des Mergels ist Erhöhung, resp. Vertiefung der Ackerkrume. Ein Hectar hat eine Oberfläche von 10000 Quadratmeter; bringen wir 100 Cubikmeter Mergel auf denselben, so erhalten 100 Quadratmeter 1 Cubikmeter Mergel. Der Cubikmeter hat 1000000 Cubikcentimenter, es kommen daher auf einen Quadratmeter 10000 Cubikcentimeter, mithin auf den Quadratcentimeter 1 Cubikcentimeter, somit wird die Ackerkrume durch die obengenannte Mergelung um 1 Centimeter erhöht. Nehmen wir 50 Cubikmeter Mergel pro Hectar, so ergiebt die Rechnung für den Quadratcentimeter eine Erhöhung von 1/2 Centimeter.

§ 376.

2. Direct düngende Wirkung des Mergels.

Diese Wirkung des Mergels besteht in Bereicherung des Bodens an wirklichen Dungstoffen.

a. Kalkerde.

In Betreff dieses Körpers verweise ich auf p. 796.

b. Sonstige Verwitterungs-Produkte der Mineralien.

Der Thon ist bekanntlich ein Zersetzungs-Product kieselsaure Thonerde enthaltender Mineralien. Mit der kieselsauren Thonerde sind andere kieselsaure Salze verbunden, so im Orthoklas kieselsaures Kali, im Albit kieselsaures Natron, im Labrador kieselsaure Kalkerde und kieselsaures Natron u. s. w. (siehe Bd. I. p. 483 u. f.). Entsteht durch die Verwitterung dieser Mineralien Thon, so wird kieselsaures Kali, resp. kieselsaures Natron, kieselsaure Kalkerde u. s. w. frei. Da die mergelführenden Schichten durch Niederschläge von im Wasser suspendirten und im Wasser gelösten Körpern entstanden sind, so werden sich mit dem Thon auch zum Theil die anderen Verwitterungs-Producte der Mineralien, aus denen er entstanden ist, niedergeschlagen haben und somit im Mergel gefunden werden. Daß sich im Mergel diese Verwitterungs-Producte vorfinden, beweisen die Analysen auf p. 829 u. f.

c. Verwitterungsfähige Erde.

Im Mergel sind meistens noch Mineraltrümmer enthalten. Je mehr ein Mergel von denselben hat, um so mehr wird ein Boden an Mineralien bereichert, welche nach erfolgter Zersetzung dem Boden lösliche Kieselsäure und Phosphorsäure, sowie die Basen Kali, Natron, Kalkerde, Magnesia, oxydirtes Eisen und Mangan liefern. Durch die Mineraltrümmer wird somit der Reichthum eines Bodens für die Zukunft erhöht.

d. Nebenbestandtheile des Mergels. — Magnesia.

Die vorher angeführten Nebenbestandtheile des Mergels, nämlich: Magnesia, Phosphorsäure, Alkalien, Gyps, auch Stickstoff u. s. w. können, sobald sie in irgend erheblicher Menge im Mergel vorkommen, seine Wirkung wesentlich erhöhen.

Ein Mergel mit 0,1 % Kali und 0,01 % Phosphorsäure führt dem Boden bei einer Anwendung von 100 Cubikmeter z. B. 250 ℔ Kali und 25 ℔ Phosphorsäure zu.

Gegen die Anwendung von Mergelarten mit größeren Mengen Magnesia, also magnesiahaltigen und dolomitischen Mergeln herrschen meiner Ansicht nach ungegründete Vorurtheile vor.

So wird von England aus am Ende des vorigen Jahrhunderts von Tennant berichtet, daß magnesiahaltiger Kalk nur in gewissen Mengen anwendbar sei, höchstens 50—60 Schff. p. acre.

Die Formen, in welchen die Magnesia im Mergel vorkommen kann, sind die als Dolomit oder auch als Magnesit, also als kohlensaures Salz; in diesen beiden Formen sind aber die physikalischen Eigenschaften derselben keine anderen, als die des kohlensauren Kalkes. Ein schädlicher chemischer Einfluß der kohlensauren Magnesia in dieser Form ist auch nicht denkbar.

Anders verhält es sich aber mit der künstlich bereiteten kohlensauren Magnesia (Magnesia alba), welche eine sehr voluminöse, leichte Masse bildet und durch Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens schädlich wirken kann, indem sie eine bindende, zusammenleimende Wirkung auf die Bodenbestandtheile äußert. Dies haben die Versuche von E. Wolff bestätigt. Als Dungmittel hat diese Form der Magnesia aber nur vereinzelte Bedeutung.

Daß aber auch diese Form der Magnesia unter bestimmten Verhältnissen von guter Wirkung sein kann, hat v. Thünen gezeigt. Er hatte auf seinem Gute Tellow in Mecklenburg sterile Sandschollen, welche trotz fußhohem Auffahrens fruchtbarer Erde nicht hatten fruchtbar gemacht werden können. Da versuchte er, ob dies nicht durch Beimischung eines Körpers von großer wasserzurückhaltender Kraft zu erreichen sei. Er wandte nun die Magnesia alba an verschiedenen Stellen des Feldes an und diese bewährte sich auf das Glänzendste.

Die Verbindungen der Magnesia mit Chlor und Schwefelsäure und ihre Wirkung auf Boden und Pflanze sind beim Kali besprochen worden; im Mergel kommen sie entweder nicht oder wenigstens nur in sehr geringen Mengen vor.

In Ostpreußen finden sich häufig Mergel, zu deren Bildung Dolomit mitgedient hat, und welche einen Magnesiagehalt von 2, 3 bis 4 % zeigen. Durch die Anwendung dieses Mergels ist nie eine irgendwie schädliche Wirkung beobachtet worden.

Ein Mergel, welcher die obengenannten Nebenbestandtheile enthält, kann indeß ausschließlich deshalb nie angewendet werden, da die Hauptwirkung desselben in erster Reihe stets in seinem Gehalte an Kalk und in den physikalischen Einflüssen auf den Boden besteht. Erst in zweiter Reihe

folgen die verwitterungsfähigen Mineralien und sonstige Nebenbestandtheile. Der Werth eines Mergels wird natürlich durch solche Nebenbestandtheile entschieden erhöht.

§ 377.

IV. Menge des anzuwendenden Mergels.

Die Menge von Mergel, welche für eine gewisse Bodenfläche nothwendig ist, hängt von der Beschaffenheit des Mergels und des Bodens, der Tiefe der Ackerkrume und dem Zwecke der Mergelung ab.

In wie weit diese Factoren auf die Stärke der Mergelung influiren und zugleich was besser sei, eine schwache oder starke Mergelung, zeigt die folgende Betrachtung.

a. Beschaffenheit des Mergels.

Je größer der Gehalt des Mergels an Kalk ist, je mehr sich derselbe also dem reinen Kalkmergel nähert, um so schwächer muß die Mergeldüngung sein; bei diesem Mergel besteht der Hauptzweck der Mergelung in Bereicherung des Bodens an Kalk mit den günstigen Wirkungen dieses für den Boden. Von solchem Mergel muß die Düngung für den Thonboden am stärksten und für den Sandboden am schwächsten sein. Tritt dagegen der Kalkgehalt den anderen Bestandtheilen gegenüber mehr zurück und somit auch als Zweck der Mergelung die Veränderung der Mischungsverhältnisse der Bodenbestandtheile mehr in den Vordergrund, so empfiehlt sich mehr eine starke als schwache Mergelung, wobei das unter b. Folgende zu berücksichtigen ist.

b. Beschaffenheit des Bodens.

Beim Boden kommen die Mischungsverhältnisse der Hauptbestandtheile und die Tiefe der Ackerkrume in Betracht. Nach den Mischungsverhältnissen der Hauptbestandtheile wollen wir vier Hauptgruppen von Böden: Thon-, Lehm-, Sand- und Humusboden unterscheiden.

Beim Thonboden ist unter fast allen Verhältnissen (eine Ausnahme würde ein Kalkmergel machen) eine starke Mergelung erforderlich, denn bei demselben soll dieselbe in erster Reihe die Mischungsverhältnisse der Bestandtheile ändern und dies kann erfolgreich nur durch eine starke Mergeldüngung ausgeführt werden.

Vom Sandboden gilt fast dasselbe; auch hier wird sich in den meisten Fällen eine starke Mergelung am meisten empfehlen. Eine Ausnahme bildet auch hier der Kalkmergel, welcher, zu stark aufgefahren, eine zu schnelle chemische Wirkung auf die Bodenbestandtheile ausüben und so nachtheilige Folgen durch zu starke Anregung der Bodenthätigkeit herbeiführen würde.

Beim Lehmboden ist eine schwache Düngung am ersten anwendbar, wenn auch hier in den meisten Fällen eine stärkere von günstigerer Wirkung sein wird.

Beim Humusboden sind der milde und der saure zu unterscheiden; vom milden Humusboden gilt das beim Lehmboden Gesagte; für den sauren ist dagegen eine starke Mergelung am meisten zu empfehlen.

Alle diese Böden bedürfen eine um so stärkere Auffuhr von Mergel, je tiefer ihre Ackerkrume ist.

c. Zweck der Mergelung.

Der Hauptzweck der Mergelung kann entweder günstige Veränderung der Mischungsverhältnisse der Bodenbestandtheile oder Bereicherung desselben an Kalk sein. Ist ersteres der Fall, was wohl eigentlich stets mit in erster Reihe steht, so empfiehlt sich eine starke Mergelung mit einem Male, da hierdurch allein schnell die Mischungsverhältnisse der Hauptbestandtheile des Bodens verändert werden und so für denselben alle die günstigen Veränderungen eintreten können, welche diese im Gefolge haben.

Ist Kalkbereicherung des Bodens Hauptzweck, was wohl der weniger häufige Fall ist, da man dies durch directe Anwendung von gebranntem Kalk besser und meistens auch billiger erreichen kann, so hängt die Stärke der Mergelung von dem Kalkgehalte des Mergels ab; je reicher derselbe an Kalk, um so schwächer braucht die Auffuhr des Mergels zu sein und umgekehrt. — Bei einer Mergelung in Stärke von 32 Fudern à 20 Cubikfuß mit einem 20 % Kalk

haltenden Mergel werden dem Boden ca. 150 Ctr. Kalk zugeführt.

Bei dieser Frage ist ferner noch mit in Betracht zu ziehen

d. Der Kostenpunkt.

Dieser spricht zu Gunsten der starken Mergelung, da dieselbe weniger als eine schwache bei öfterer Wiederholung kostet. Diesen Ausspruch werde ich meinen landwirthschaftlichen Lesern gegenüber wohl nicht erst zu beweisen brauchen.

Puvis verdanken wir eine Tabelle, welche uns einigen Anhalt über die Menge von Mergel, welche für eine bestimmte Fläche nothwendig ist, giebt. Leider hat aber Puvis hierbei nur auf zwei Factoren, welche die Stärke der Mergelung bedingen, Rücksicht genommen, nämlich auf den Kalkgehalt des Mergels und auf die Tiefe der Ackerkrume, während er die anderweitige Beschaffenheit des Mergels, die Beschaffenheit des Bodens und den besonderen Zweck der Mergelung außer Acht läßt. Da aber diese Zahlen aus der Praxis abgeleitete Mittelzahlen sind, so werden sie als Anhaltspunkte von Nutzen sein.

In den einzelnen Fällen ist natürlich, wie Puvis selbst angiebt, nicht unabänderlich an diesen Zahlen festzuhalten, sondern es müssen auch stets die anderen Factoren mit in Betracht gezogen werden. Wir werden z. B. einem Thonboden von einem thonigen Mergel, sowie einem Sandboden von einem Kalkmergel weniger geben, als die Tabelle angiebt, andererseits einem Sandboden von einem Thonmergel mehr u. s. w. fort.

In den beiden folgenden Tabellen geben wir die eine, wie sie von Puvis aufgestellt ist und die andere in deutsche Zahlen umgerechnet, wobei der preuß. Morgen und Fuß zu Grunde gelegt; die Zahlen sind ferner, soweit statthaft, abgerundet. Wir glauben daß manchem unserer Leser letztere Tabelle willkommen sein wird.

Anzahl der Cubikmeter des auf einem Hectare nöthigen Mergels für eine bearbeitete Erdschicht von der Dicke von:						Wenn 100 Theile Mergel enthalten an kohlensaurem Kalk
8 cm.	11 cm.	14 cm.	16 cm.	19 cm.	22 cm.	
244	$324\frac{3}{4}$	405	487	568	650	10
122	$162\frac{1}{2}$	$202\frac{1}{2}$	$243\frac{1}{2}$	284	325	20
$81\frac{1}{3}$	$108\frac{1}{4}$	135	129	$189\frac{1}{3}$	217	30
61	$81\frac{1}{4}$	101	122	142	162	40
49	65	81	$97\frac{1}{2}$	$113\frac{6}{10}$	130	50
$40\frac{7}{10}$	54	$67\frac{1}{2}$	81	$94\frac{6}{10}$	108	60
35	46	58	$69\frac{1}{2}$	81	93	70
$30\frac{1}{2}$	$40\frac{1}{2}$	51	61	71	81	80
27	36	45	54	63	72	90
$24\frac{4}{10}$	$32\frac{1}{2}$	$40\frac{1}{2}$	49	57	65	100 [1])

Anzahl Cubikfuß des auf einem Morgen nöthigen Mergels für eine Bodenschicht von

Wenn in 100 Theilen Mergel an kohlensaurer Kalkerde enthalten sind:	3,1″	5″	5,4″	6,1″	7,3″	9,6″
10 % . . .	2014	2681	3369	4021	4689	5366
20 „ . . .	1007	1320	1684	2010	2345	2683
30 „ . . .	671	894	1123	1340	1563	1789
40 „ . . .	503	670	842	1005	1172	1342
50 „ . . .	403	536	674	804	938	1073
60 „ . . .	336	447	562	670	781	894
70 „ . . .	286	383	481	574	669	767
80 „ . . .	252	335	421	503	586	671
90 „ . . .	224	298	374	447	521	596
100 „ [1]) . . .	201	268	337	402	467	537

[1]) Es muß hier bemerkt werden, daß Mergel mit 100 Theilen kohlensaurem Kalk nicht vorkommen, daß, wenn solche Gebilde gefunden würden diese nicht mehr Mergel genannt werden könnten, da Mergel ein inniges Gemenge von kohlensaurem Kalk und Thon ist. Ein derartiges Gestein könnte nur den Namen Kalkstein führen, aber auch Kalksteine, die nur aus kohlensaurem Kalke bestehen, werden wenigstens außerordentlich selten gefunden.

Rechnen wir das Fuder zu 18 Cubikfuß, so werden sich z. B. für einen Mergel mit 30 % kohlensaurem Kalk folgende Mengen in Fuder ausgedrückt ergeben:

3,1"	5"	5,4"	6,1"	7,3"	9,6"
36	50	62½	74½	87	99

Für den kalkreichen Mergel erhält man nach dieser Tabelle zu hohe Zahlen.

§ 378.

V. Zeit und Art des Aufbringens.

Die beste Zeit der Mergelauffuhr ist der Sommer, leider lassen aber die Wirthschaftsverhältnisse, wenn für das Mergeln nicht besondere Pferde gehalten werden, hierzu in dieser Jahreszeit nicht allzu viel Zeit übrig. In diesem Falle kann man nach der Frühjahrsbestellung eine Zeit lang, dann im Spätherbst und Winter Mergel fahren. Der Mergel, welcher im Sommer und Herbst ausgefahren und den Winter über dem Froste ausgesetzt ist, zerfällt am schnellsten und ist somit am frühesten mit der Ackerkrume zu mischen. Der im Winter ausgefahrene Mergel dagegen ist selten im Frühjahr schon so zerfallen, daß er sich mit Vortheil ausbreiten und vermischen läßt. Liegt dagegen der im Winter ausgefahrene Mergel bis Mitte Sommer, so ist er meistens auch soweit zerfallen, daß das Streuen u. s. w. mit Vortheil vorgenommen werden kann. Ist der Mergel dagegen erst im zeitigen Frühjahr ausgefahren, so ist er in der Regel noch zu wenig zerfallen, um sich gut mit der Ackerkrume mischen zu lassen. Erfolgt das Mischen dennoch, so wird die Wirkung anfänglich eine sehr schwache sein.

Auf die Zeit, welche ein Mergel liegen muß, influirt vor allem die Beschaffenheit desselben. So zerfällt ein erdiger Mergel eher, als ein schiefriger oder gar steiniger. Enthält ein Mergel Eisenoxydul, so muß er länger liegen, da dieser für die Pflanze schädliche Körper erst in Eisenoxyd umgewandelt sein muß, bevor der Mergel mit dem Boden gemengt werden kann.

Ist ein Mergel, wenn die Wirthschaftsverhältnisse das Ausbreiten und Unterbringen desselben erfordern, noch nicht vollständig zerfallen, zeigt er z. B. noch verschiedentliche Stücke, so muß er vorher gut gewalzt und geeggt und dann der Acker gut gepflügt werden, um die erforderliche innige Mischung zu bewerkstelligen.

Möglichst gleichmäßige und innige Mischung ist hauptsächlich nothwendig, um die gewünschten Resultate zu erhalten.

Der Mergel wird beim Ausfahren in kleine Haufen auf dem Felde gesetzt und bleibt in denselben so lange liegen, bis er zerfallen ist. Beim Ausbreiten muß die größte Sorgfalt angewendet werden, daß er soviel wie möglich gleichmäßig über den Acker vertheilt wird.

Daß das Ausbreiten nicht bei feuchtem Wetter stattfinden darf, ist selbstverständlich.

Ist der Mergel geworfen, so wird er bei trockenem Wetter geeggt; sind Klöße vorhanden, gewalzt, dann, nachdem er einen Regen erhalten hat und wieder ausgetrocknet ist, nochmals geeggt und darauf möglichst flach untergepflügt. Das Pflügen ist dann noch mehrere Male mit darauf folgendem Eggen zu wiederholen.

§ 379.

VI. Kosten der Mergelung.

Die Kosten der Mergelung hängen von der Lage des Mergels, ob er nämlich tief oder flach, weit von dem zu mergelnden Lande, oder sich in dessen Nähe befindet, ferner von der Beschaffenheit desselben, ob er zäh oder weniger zäh, endlich von den Lohnsätzen der Gegend ab. Es läßt sich somit allgemein keine Rechnung über die Kosten aufstellen. Unter günstigen Verhältnissen kostet der Hectar 60 Mark, welcher Kostenpunkt jedoch nach den Umständen auf und über das Doppelte steigen kann.

§ 380

VII. Dauer der Wirkung.

Die Dauer der Wirkung ist ebenfalls nach der Beschaffenheit des Mergels, des Bodens und der Stärke der Mergelung verschieden; man rechnet dieselbe zu 10 bis 18 Jahren.

Zu betonen ist zum Schluß nochmals, daß der Mergel stets im Verein mit Dung anzuwenden ist, wenn er günstig wirken soll.

Seine Wirkung ist ja vorherrschend eine indirecte, bestehend in den chemischen Veränderungen, welche der Kalk im Boden hervorruft und in der Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens. Diese Einflüsse bewirken ein schnelleres Löslichwerden der im Boden befindlichen Nährstoffe. Zu diesem Behufe muß aber der Boden nothwendiger Weise die Nährstoffe der Pflanzen enthalten, auf welche derartige Einflüsse ausgeübt werden können. Hieraus folgt, daß ein Boden, welcher Mergel ohne Dung erhält, in den ersten Jahren reichliche Ernten geben kann, dann aber um so vollständiger erschöpft sein wird und daß in diesem Falle der Ausspruch „der Mergel macht reiche Väter, aber arme Söhne“ ein durchaus gerechtfertigter ist. Giebt man aber dem Boden mit dem Mergel zugleich Dung, so sind im Boden Stoffe vorhanden, auf die der Mergel zersetzend wirken kann.

Der Mergel hat also einen schnelleren Umsatz des theils im Boden vorhandenen, theils demselben durch den Dung einverleibten Kapitals zur Folge. Daß er den Boden durch die Nebenbestandtheile, welche er enthält, außerdem noch an Pflanzennährstoffen bereichert, ist erwähnt. Stets muß aber auf die indirecten Wirkungen das Hauptgewicht gelegt werden.

Kapitel IV.

Das Kochsalz.

§ 381.

Geschichtliches.

Das Kochsalz ist als Dungmittel schon seit sehr lange bekannt. In der Bibel finden wir sowohl im alten, wie im neuen Testamente Stellen, welche über das Kochsalz als Düngemittel handeln. Auch Plinius erzählt, daß man das Salz in Italien zur Düngung verwendet habe; ein Gleiches ist nach de Cossigny und Jacquemain in China seit undenklicher Zeit geschehen. Die Perser verpflanzten niemals Dattelbäume, ohne den Wurzeln Salz beizumengen.

Wie die günstige Wirkung des Kochsalzes schon in den ältesten Zeiten erkannt war, hatte man auch seine schädliche Wirkung in zu großen Mengen seit ebenso lange erprobt. Wir finden in der Bibel mehrfach Stellen, wo berichtet wird, daß man nach der Zerstörung einer feindlichen Stadt Salz auf deren Trümmer und Aecker streute, um sie für lange unfruchtbar zu machen. So ließ Abimelek nach der Zerstörung der Stadt Sichem die Aecker mit Salz bestreuen, damit sie unfruchtbar würden. Die Römer bestreuten die Stelle, wo ein großes Verbrechen verübt war, mit Salz, um sie zur ewigen Unfruchtbarkeit zu verurtheilen.

In neuerer Zeit ist England das Land, wo das Kochsalz zuerst am allgemeinsten zur Düngung benutzt wurde und noch benutzt wird. Der berühmte Bacon, Baron von Verulam, bespricht schon die Wirkungen der Salzlösungen auf verschiedene Pflanzen; nach ihm zunächst Sir Hugh Platt (1658), Brownrigg (1748), Harris, J. Colemann, Johnston, Lawes, Hobbs, J. Hooker, Völcker u. Andere.

Auch in Deutschland wurden bereits im vorigen Jahrhundert Versuche mit Salzdüngungen gemacht und dasselbe verschiedentlich empfohlen. Hier sind

zu nennen J. F. Fleischer (1792), G. E. Stahl, Wallerius (1764), J. C. Bergen (1781), Suckow (1784). Weit zahlreicher sind natürlich die Arbeiten dieses Jahrhunderts; in diesem beschäftigten sich mit der Kochsalzfrage: Schübler, Majer, Lampadius, Sprengel, Pabst, Protz, Göbel, v. Lengerke, Geubel, v. Liebig, E. Wolff, Hellferich, Reuning, Sachs, Herth, Eichhorn, Grouven, Hellriegel, Brettschneider, Fraas, Zöller, Peters, Dietrich, Frank und E. Heiden.

In Frankreich machte Lecoq die ersten genauen Versuche im Großen; ihm folgten Chaptal, Gasparin, Dombasle, Puvis, Girardin, J. Pierre, Kuhlmann, Braconnot u. Andere.

Diese zahlreichen Namen von Männern, welche sich in der einen oder anderen Richtung mit dem Kochsalz als Dungmittel beschäftigt haben, zeigen zunächst die Bedeutung, welche man diesem Dungmittel zugeschrieben hat, zugleich thun sie aber auch die Schwierigkeit der Erklärung der Wirkung desselben dar. Würde die Frage leicht zu beantworten sein, so wären so viele Versuche nicht erforderlich gewesen. Die über die Wirkungen des Kochsalzes vorliegenden Ansichten sind fast ebenso zahlreich, als die Namen der Männer, welche die Frage practisch oder theoretisch zu erörtern versucht haben.

Wir werden auf Besprechung aller dieser Erklärungen nicht eingehen, da dieselben zum Theil nur noch einen historischen Werth für die Entwickelung der Ernährungslehre der Pflanzen u. s. w. besitzen, sondern die vorliegenden Versuche und Erklärungen soweit benutzen, als sie zur Darlegung der Wirkung des Kochsalzes für den heutigen Stand der Wissenschaft Material darbieten.

Das Vorkommen und die Eigenschaften des Kochsalzes sind bereits im I. Bd. p. 495 u. f. besprochen, so daß auf das dort Angeführte zu verweisen ist.

I. Wirkung des Kochsalzes.

§ 382.

A. Directe Wirkung.

Das Kochsalz besteht aus Chlor und Natrium. Sobald die Wirkung desselben für die Pflanzen eine directe sein soll, muß sie in Zuführung eines dieser Bestandtheile oder beider bestehen. Für die Beantwortung dieser Frage haben wir das Bedürfniß der Pflanzen nach beiden Körpern und die Größe des Vorkommens derselben in der Natur zu vergleichen.

Das Bedürfniß und die Bedeutung des Chlors und des Natriums für die Pflanzen ist im I. Bd. p. 262 u. f. dargelegt worden. Wir sahen, daß sowohl Chlor als Natrium in den Pflanzen nur in geringen Mengen vorkommen, ja daß sogar von

manchen Seiten behauptet ist, sie wären überhaupt für die Pflanze nicht als nothwendige Nährstoffe anzusehen. Wenn auch diese Ansicht zu weit geht, da nach den neuesten vorliegenden Arbeiten wohl mit Sicherheit angenommen werden kann, daß sie als Nährstoffe der Pflanzen zu betrachten, so sind doch die Mengen, in denen sie von den Pflanzen aufgenommen werden, verhältnißmäßig nur geringe.

Vergleichen wir hiermit das Vorkommen beider Stoffe in der Natur, und zwar zunächst als Kochsalz, so hat uns der I. Bd. gezeigt, daß dieses außerordentlich verbreitet ist; wir finden es fast in allen Wässern in größeren und geringeren Mengen und können auch mit Sicherheit annehmen, daß es wohl keinem Boden fehlen wird. In der atmosphärischen Luft ist es ebenfalls enthalten und wird so mit dem Regen zur Erde geführt.

Nach zu Paris angestellten Versuchen gelangen dort durch den Regen jährlich mindestens 20 ℔ Kochsalz pro Hectar zur Erde. Diese Menge ist natürlich an den Küsten noch bedeutend größer.

Der Kochsalzgehalt der atmosphärischen Luft erklärt sich daraus, daß bei Verdunstung des Meerwassers stets mechanisch Wassertheilchen mit dem, was sie gelöst enthalten, emporgerissen werden.

Diese Betrachtung der Bedeutung und des Vorkommens des Kochsalzes in den Pflanzen und der Natur berechtigt zu dem Schlusse, daß die Pflanzen im Boden soviel Kochsalz finden, als sie zu ihrer Ausbildung bedürfen, daß somit das Kochsalz als direct düngend wirkendes Dungmittel nicht anzusehen ist.

B. Indirecte Wirkung.

1. Wirkung auf die Bodenbestandtheile.

a. Chemische.

§ 383.

a. Hergeleitet aus dem Studium der Wirkung auf den Boden.

Die bei der Erklärung der Wirkung der einzelnen Dungstoffe mehrfach erwähnten Absorptions-Erscheinungen des Bodens bieten uns auch für die des Kochsalzes das beste Material dar. Dasselbe wirkt in der Weise auf die Bodenbestandtheile zersetzend

ein, daß dieselben dadurch gelöst und den Pflanzen in größeren Mengen als sonst zugeführt werden. Diese Wirkung des Kochsalzes erstreckt sich nicht allein auf die basischen Nährstoffe des Bodens, sondern auch in geringem Grade auf die Phosphorsäure und Kieselsäure, wie dies durch mehrere Versuche dargethan ist.

α. Die Versuche.

Versuche von Peters und Eichhorn.

Nach Versuchen von Peters löste eine verdünnte Salzlösung aus 100 Theilen einer kalihaltigen Erde 114 Theile Kali, reines Wasser nur 43 Theile; aus einer ammoniakhaltigen Erde 30 (eine concentrirtere 52 Th.), reines Wasser dagegen nur 1—2 Theile Ammoniak. (Siehe ferner die Versuche von Peters Bd. I. p. 341).

Eichhorn behandelte gleiche Erdmengen mit reinem Wasser und mit einer 1/10 % Kochsalzlösung. Die hierbei gelösten Stoffe auf einen Morgen und ein Fuß Ackerkrume berechnet, ergaben die folgenden Zahlen:

	Reines Wasser: ℔	1/10 % Kochsalzlösung: ℔
Kieselsäure	56	53
Schwefelsäure	117	130
Phosphorsäure	36	27
Natron	49	398
Kali	134	171
Kalkerde	149	315
Magnesia	45	82
Ammoniak	10	12
Organ. Stoffe	229	423
Kohlensäure und Eisenoxyd	72	40

§ 384.

Versuche von Frank und Becker.

Weitere Versuche über die lösende Wirkung des Kochsalzes auf Ackererde sind von A. Frank und Becker angestellt worden.

A. Frank nahm Cylinder aus Weißblech von 3—6′ Länge und 3″ lichter Weite, welche von 6 zu 6 oder 12 zu 12 Zoll mit durch Hähne verschließbare Seitentubulaturen versehen waren. Diese wurden mit Erde gefüllt und dann verschiedenfach behandelt. Zunächst ließ man so lange Wasser durchfließen, bis die Erde an Salzen so erschöpft war, daß weder Chlor noch Schwefelsäure in dem Auszuge zu erkennen waren. Dann

wurden dieselben mit Lösungen von Chlorkalium (1 Grm. in 1 Litre) und schwefelsaurem Kali behandelt und ihr Absorptions-Vermögen hierfür festgestellt. Als 12" von der Oberfläche die abgelassene Lösung noch sämmtliches Chlor enthielt, wurden an Kali von 100 Th. nur noch 9 gefunden, so daß also 91 absorbirt waren, bei 18" Tiefe noch 4,5 und bei 6' 2—2,5 %.

Bei nicht ausgewaschenem, also noch kochsalzhaltigem Boden wurde dagegen weniger absorbirt; z. B. fanden sich bei einem Boden mit 0,025 % Kochsalz in Tiefe von 18" noch 14 % des ursprünglich in der Lösung befindlichen Kalis.

Darauf wandte Frank Lösungen aus 1 Th. reiner Kalisalze, 1 Th. Kochsalz und 100 Theilen Wasser bestehend an und fand, daß jetzt entschieden weniger Kali absorbirt wurde, daß also das Kochsalz der absorbirenden Kraft der Erden für Kali entgegenwirkt und so größere Mengen desselben in Lösung bleiben und, wenn nicht anderweitig gebraucht, tiefer in den Boden eindringen. Bei reiner Kalilösung waren z. B. bei 18" noch 5 % in der Lösung; bei der oben gemischten dagegen 18 % und hier bei 4' Tiefe noch 5 %.

Frank änderte weiter die Versuche so um, daß er erstlich Kali absorbiren ließ, darauf die Erde mit Wasser so lange behandelte, bis diese an dasselbe kein Kali mehr abgab und dann Kochsalzlösung anwandte; hierdurch war sogleich in der ablaufenden Flüssigkeit wieder Kali in bedeutenden Mengen nachweisbar.

Frank dehnte seine Versuche auch auf die Phosphorsäure aus, um zu sehen, ob auch dieser Körper durch das Kochsalz gelöst werde. Zu dem Zwecke mischte er die oberste 3zöllige Bodenschicht mit phosphorsaurem Kalk und ließ zunächst reines Wasser darauf einwirken, durch welches in dem aus 12" Tiefe abgelaufenen Wasser nur höchst unbedeutende Spuren gelöst waren. Kochsalzhaltiges Wasser (1 auf 1000) löste dagegen wesentlich mehr, so daß die Phosphorsäure noch in dem bei 4' ablaufenden Wasser nachweisbar war. Quantitative Bestimmungen derselben sind nicht gemacht worden.

Diese Versuche zeigen auf das Entschiedenste, daß das Kochsalz ein Mittel für die Düngung des Untergrundes ist.

Versuch von Peters.

Die lösende Wirkung des Kochsalzes auf die Phosphorsäure des Bodens ist ferner in einer neueren Arbeit von Peters und Jones dargethan worden.

Peters ließ auf 1000 Grm. Erde 2500 Ccm. Salzlösung 3 Tage lang einwirken und fand in der Lösung die folgenden Mengen derselben:

Salzgehalt der Lösungen:	Gelöste Phosphorsäure in 250 Ccm. Erde I.	Erde II.
0,05 % Kochsalz . .	0,0206 Grm.	0,0286 Grm.
0,10 „ „ . .	0,0302 „	0,0323 „
0,50 „ „ . .	0,0345 „	0,0364 „
Destillirtes Wasser . .	0,0192 „	0,0232 „
Kohlensaures „ . .	0,0224 „	0,0596 „

Jones wandte auf 1000 Grm. Erde eines lehmigen Sandbodens 2000 Ccm. der Salzlösung an und bestimmte in der Lösung die Phosphorsäure und das Eisenoxyd. Er fand:

	Eisenoxyd:	Phosphorsäure:
bei 0,02 % Kochsalz	0,004 Grm.	0,011 Grm.
„ destillirtem Wasser . . .	0,004 „	0,017 „
„ kohlensaurem „	0,004 „	0,014 „

Bei dem Versuche von Peters hat das Kochsalz größere Mengen von Phosphorsäure gelöst, als reines Wasser; bei denen von Jones dagegen nicht. Wir sehen aus beiden Versuchen, daß die lösende Wirkung des Kochsalzes auf die im Boden vorhandene Phosphorsäure keine große ist.

§ 385.

Versuche des Verfassers.

Schließlich sind noch vom Verfasser folgende Versuche über die Wirkung von Kochsalz auf Ackererde gemacht worden.

1. 100 Grm. mit Wasser gesättigter Erde wurden mit 200 Ccm. Wasser übergossen; Erde und Wasser 7 Tage in Berührung gelassen, nachdem beide am ersten Tage durch wiederholtes Umschütteln in innige Berührung gebracht waren, dann die Lösung durch Filtration von der Erde getrennt und untersucht.

In 200 Ccm. dieser Lösung wurde gefunden:

Kalkerde . . .	0,0116 Grm.
Magnesia . . .	0,0042 „
Kali	0,0112 „
Natron . . .	0,0056 „

2. Darauf wurden weitere 100 Grm. derselben Erde mit 200 Ccm. einer Kochsalzlösung zusammengebracht und weiter wie bei 1 behandelt.

Die Kochsalzlösung enthielt:

Chlor	0,5898 Grm.
Natrium . . .	0,3835 „
Schwefelsäure .	0,0079 „
Kalkerde . . .	0,0056 „

In der Lösung wurden gefunden:

Chlor	0,5120 Grm.
Kieselsäure . .	0,0015 „
Kalkerde . . .	0,0234 „
Magnesia . . .	0,0065 „
Kali	0,0087 „
Natron . . .	0,4100 „
Eisenoxyd (mit etwas Phosphorsäure)	0,0103 „
somit an Chlor:	0,0778
und an Natron:	0,1069 absorbirt.

Durch die Kochsalzlösung sind also an Basen mehr gelöst:

Eisenoxyd mit etwas Phosphorsäure	0,0103 Grm.
Kalkerde	0,0118 „
Magnesia	0,0023 „

3. 100 Grm. Untergrund desselben Feldes in derselben Weise, wie bei 1 mit 200 Ccm. Wasser behandelt; Zeit der Berührung 8 Tage.

Hierbei wurden gelöst:

Kalkerde	0,0074 Grm.
Magnesia	0,0042 „
Kali	0,0060 „
Natron	0,0030 „
Kieselsäure	0,0010 „
Chlor	Spur

4. 100 Grm. derselben Erde, wie oben behandelt, nur statt der 200 Ccm. Wasser 200 Ccm. der Kochsalzlösung von 1 angewendet.

In der Lösung wurden gefunden:

an	Chlor	0,5118 Grm.
„	Eisenoxyd (mit Spuren von Phosphorsäure)	0,0012 „
„	Kalkerde	0,0312 „
„	Magnesia	0,0091 „
„	Kali	0,0094 „
„	Natron	0,3714 „
„	Kieselsäure	0,0015 „
somit „	Chlor	0,0780
und „	Natron	0,1455 absorbirt.

Von der Kochsalzlösung ist daher mehr als von reinem Wasser gelöst worden und zwar an:

Eisenoxyd	0,0012 Grm.
Kalkerde	0,0238 „
Magnesia	0,0049 „
Kali	0,0034 „
Kieselsäure	0,0005 „

Zwei weitere Versuche mit der Erde des Untergrundes wurden in der Art abgeändert, daß das Kochsalz nicht in Lösung, sondern in fester Form zu der mit Wasser gesättigten Erde gebracht wurde und mit derselben 18 Tage lang in Berührung blieb; dann wurde die Masse mit 200 Ccm. Wasser übergossen und die Lösung nach 24 Stunden abfiltrirt.

200 Grm. Erde und reines Wasser; zur Sättigung 60 Ccm. verwandt. Wassergehalt der Erde nach 18 Tagen = 21,9 %, es waren somit 8,1 % Wasser verdunstet.

In der Lösung wurden gefunden:

Kieselsäure	0,0010 Grm.
Kalkerde	0,0031 „
Magnesia	0,0020 „
Kali	0,0092 „
Natron	0,0046 „

6. 200 Grm. Erde und 2 Grm. Kochsalz; das andere wie oben.

Wassergehalt der Erde nach 18 Tagen = 23,32 %, somit waren 6,68 % Wasser verdunstet.

In der Lösung wurden gefunden:

Kieselsäure	0,0023	Grm.
Eisenoxyd mit etwas Phosphorsäure	0,0108	"
Kalkerde	0,0525	"
Magnesia	0,0103	"
Kali	0,0095	"
Natron	0,6027	"
Chlor	0,7588	"

Von dem Kochsalz ist somit mehr in Lösung übergeführt:

an Kieselsäure	0,0013	Grm.
" Eisenoxyd	0,0103	"
" Kalkerde	0,0494	"
" Magnesia	0,0083	"
" Kali	0,0003	"

Alle mit Kochsalz erhaltenen Lösungen waren außerdem durch Humus gelblich gefärbt, so daß also auch auf diesen eine lösende Wirkung von Kochsalz ausgeübt war.

§ 386.

β. Folgerungen aus den Versuchen und Erklärung der Wirkung.

Aus den angeführten Versuchen folgt, daß das Kochsalz in geringerem oder höherem Grade lösend auf alle basischen Pflanzennährstoffe, sowie auf die Phosphorsäure und auch Kieselsäure einwirkt. Vorherrschend erstreckt sich jedoch, wie die Versuche zeigen, die lösende Kraft desselben auf die Kalkerde und Magnesia.

Wie wirkt das Kochsalz hierbei? Die basischen Pflanzennährstoffe befinden sich im Boden als wasserhaltige Silikate und humussaure Salze; Kalkerde und Magnesia zum Theil auch als kohlensaure Salze. Mit diesen chemischen Verbindungen setzt sich das Kochsalz um, das Natron desselben tritt in die Verbindungen, in denen sich die betreffende Basis befindet, ein, und dafür diese aus denselben aus und an das Chlor des Kochsalzes gebunden in Lösung. Wir erhalten somit durch die Einwirkung des Kochsalzes im Boden Lösungen von Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorkalium und auch Chlorammonium. Soweit diese Salze von den Pflanzen zur Zeit nicht gebraucht, werden sie in die tieferen Schichten der Erde geführt und tragen

zur Düngung des Untergrundes bei, können aber auch Veranlassung zur Beraubung der Erde an den genannten Stoffen sein.

Die Phosphorsäure vermag das Kochsalz nach den Versuchen von Peters nur dann in Lösung überzuführen, wenn sie an Kalkerde resp. Magnesia gebunden im Boden vorhanden ist. Ob aber nicht durch Umsetzung des Kochsalzes mit in der Erde vorhandenen kohlensauren Verbindungen und Entstehung von kohlensaurem Natron indirect auch an Eisenoxyd und Thonerde gebundene Phosphorsäure gelöst werden sollte?

Daß kohlensaures Natron die an Eisenoxyd gebundene Phosphorsäure zu lösen vermag, ist von dem Verfasser zuerst nachgewiesen und dann von Peters bestätigt worden.

Die Umsetzung von Kochsalz mit Kalk zu kohlensaurem Natron können wir bei Mauerwerken, bei denen der Mörtel mit kochsalzhaltigem Wasser angerührt, oder die auf einem Boden steht, der Kochsalz enthält, leicht beobachten: es wittert hier das kohlensaure Natron in federartigen Krystallen aus.

Dieser Proceß geht aber sehr langsam vor sich, so daß zur Zeit auch nur geringe Mengen gebildet werden können.

Geubel hat die Umsetzung des Kochsalzes mit kohlensauren Salzen experimental nachgewiesen.

Geubel erklärt nämlich die Wirkung des Kochsalzes vor allem durch Umsetzung desselben in kohlensaures Salz und der Wirkung dieses auf die Pflanzen.

Eine andere Erklärung für die Wirkung des Kochsalzes liegt von Belter vor, nach welcher eine Verwandlung dieses Salzes in salpetersaures Natron stattfindet.

Nach Belter geht in einem an stickstoffhaltigen organischen Substanzen reichen Boden das Natrium des Kochsalzes zunächst in kohlensaures Natron über, während das Chlor als Chlorcalcium in den Untergrund gelangt. Das gebildete Carbonat wirkt weiter auf die stickstoffhaltige Substanz oxydirend ein und so bildet sich allmählich salpetersaures Natron. Die Umsetzung des Kochsalzes in Carbonat tritt vor allem dann ein, wenn sich im Boden eine Lösung von kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser befindet.

Zum Beweise des obigen sind von Belter die folgenden 2 Versuche gemacht worden.

2 Cylinder von Zinkblech von 1 m. Höhe und 15 cm. Durchmesser, welche 10 cm. vom Boden mit einem falschen Boden von Drahtnetz versehen waren, wurden am 4. Juni mit je 18 kg. Erde gefüllt. Der eine Cylinder erhielt 20 cm. unter der Oberfläche 170 Grm. Kochsalz und beide wurden mit 1 Liter Wasser angefeuchtet. Nach 4 Monaten wurde die Erde der beiden Cylinder untersucht. Die Erde, welcher Kochsalz zugesetzt war, hatte eine deutliche alkalische Reaction und der wässerige Auszug derselben reagirte stark alkalisch und war tiefbraun gefärbt. Diese Umwandlung schreibt nun Belter der Bildung von kohlensaurem Natron zu, welcher dann die in Nitrat folgte. Einen Beweis für die Nitrat-

bildung findet Welter darin, daß in 1 kg. der mit Kochsalz versetzten Erde 3 Milligr. Salpetersäure mehr gefunden wurden, als in der anderen.

Für die Verwandlung des Kochsalzes in kohlensaures Natron lieferte ferner F. Jean folgenden experimentalen Beweis.

Er ließ Kohlensäuregas durch Kalkmilch streichen und gewann so nach dem Filtriren eine schwach saure Flüssigkeit, welche 2fach kohlens. Kalk enthielt. Diese versetzte er mit einer Lösung von reinem Chlornatrium und fand nach dem Umrühren mittelst Reagenspapier eine deutliche, alkalische Reaction, welche von der Entstehung von zweifach kohlens. Natron herrührte.

Jean führt dann noch an, daß er nicht annehme, daß die Umwandlung des Kochsalzes in kohlens. Natron ausschließlich durch die von Welter bezeichnete Reaction bedingt werde, sondern giebt folgende Erklärung.

Der kohlens. Kalk zersetzt die Ammoniaksalze und verwandelt sie in kohlensaures Ammoniak, dieses wird durch die Kohlensäure der Bodenatmosphäre in zweifach kohlens. Ammoniak verwandelt. Kommt dann dieses Salz im Boden mit Chlornatrium zusammen, so findet eine Doppelzersetzung statt: das Chlor tritt an das Ammoniak und die Kohlensäure an das Natron, das Chlorammonium wird durch den kohlensauren Kalk in Chlorcalcium und kohlensaures Ammoniak verwandelt. Das auf diese Weise entstandene kohlens. Natron vermittelt die Zersetzung der stickstoffhaltigen, organischen Substanzen und befördert die Salpeterbildung.

Die Umwandlung des Chlornatriums zu kohlens. Natron erfolgt bei Gegenwart von zweifach kohlens. Ammoniak so leicht, daß Truck und Schloesing diese Reaction bekanntlich zur fabrikmäßigen Darstellung von Soda benutzt haben.

Eug. Péligot tritt dagegen der Ansicht Welter's bestimmt entgegen und erklärt den Versuch desselben, der die Umwandlung des Kochsalzes in salpeters. Natron beweisen soll, für fehlerhaft, weil er in Zinkgefäßen vorgenommen sei. Es bilde sich unter Betheiligung der atmosphärischen Luft bei Berührung von Kochsalzlösung mit Zink in Wasser unlösliches Zinkoxychlorid und die salzige Flüssigkeit werde stark alkalisch in Folge frei gewordenen Natrons. Die in der Erde des Cylinders vorhandene Kohlensäure habe diesen Proceß wahrscheinlich beschleunigt. Demnach habe die Bildung von Natroncarbonat beim Welter'schen Versuche durch die Einwirkung des Zinkes stattgefunden.

Zur experimentellen Widerlegung der Welter'schen Ansicht stellte Péligot noch folgenden Versuch an.

Er füllte 2 Blumentöpfe aus porösem Thon und 15 Liter Rauminhalt mit guter, vorher angefeuchteter Gartenerde, welche in trockenem Zustande enthielt:

stickstoffhaltige organ. Substanz . . .	11,1 %
kohlens. Kalk	30,4 „
Thon und Sand	58,5 „

Am 28. Juni wurden in jeden Topf 10 Bohnen gesäet. Das eine Gefäß wurde mit 3 Liter Wasser, in welchem 20 Grm. Kochsalz aufgelöst waren, übergossen, das andere mit ebensoviel salzfreiem Wasser. Die Gefäße waren im Freien in frisch bereitetes Gartenland eingegraben und erhielten außerdem noch 1 Liter Wasser zur Verdünnung der Salzlösung des einen Topfes. Während des Versuches wurden beide Gefäße mit gleichen

Mengen Wasser der Trockenheit wegen zuweilen begossen. In dem salzfreien Topfe vegetirten die Bohnen normal; im salzhaltigen keimte nur eine Bohne, die sich kümmerlich entwickelte und nicht zur Blüthe kam. Dagegen siedelten sich Portulac, Amaranth und Chenopodium von selbst an.

Nach Beendigung der Vegetation wurde die Erde beider Töpfe mit je 8 Liter Wasser extrahirt und die Auszüge eingedampft und auf Salpetersäure untersucht. Die unter Angabe der Bestimmungs-Methode erhaltenen Resultate ergaben, daß in der salzfreien Erde 6mal soviel Salpetersäure als in der salzhaltigen enthalten war.

Dieser Versuch zeigt also gerade das Gegentheil von dem Velter's, nämlich daß Kochsalz in Gegenwart von Humus und kohlens. Kalk die Salpeterbildung nicht nur nicht befördert, sondern sogar wesentlich beeinträchtigt, wenigstens unter Bedingungen, wie sie im Freien vorhanden sind.

Der Behauptung Velter's, daß sich im Boden das Chlornatrium in salpeters. Natron verwandle, steht somit die seines Landsmannes Péligot conträr gegenüber. Das von Velter erhaltene Resultat, daß die salzhaltige Erde in dem Zinkcylinder 3 Mgr. Salpetersäure pro 1 Kilo Erde mehr enthalten habe, als die salzfreie des anderen Cylinders, ist für seine Ansicht wenig beweiskräftig. Die minutiöse Differenz ohne Angabe der benutzten Methode bei der 1871 noch so schwierigen Bestimmung kleiner Mengen Salpetersäure kann als Beweis entschieden nicht dienen. Ueber die Beschaffenheit der angewandten Erde liegen Angaben nicht vor. Bei dem Péligot'schen Versuche kennen wir sowohl die Zusammensetzung, sowie vor allem die Art der Bestimmung der Salpetersäure. Da nun hier das Gegentheil von dem, was Velter gefunden haben will, erhalten ist, so müssen wir das letztere Resultat als das richtige anerkennen und hiernach zu dem Schlusse gelangen, daß Kochsalz im Boden nicht in salpeters. Natron übergeführt werde.

§ 387.

b. Hergeleitet aus den vorliegenden Düngungs-Versuchen.

Die Versuche.

Die aus dem Studium der Wirkung des Kochsalzes auf die Ackererde erhaltenen Resultate sind jetzt weiter mit denen der angestellten Düngungs-Versuche zu vergleichen.

α. Versuche zu Rüben.

Versuch von Herth.

Die Ergebnisse dieser Versuche, bei denen außer dem Erntegewichte noch die geernteten Rüben auf ihre Hauptbestandtheile untersucht wurden, zeigt die folgende Tabelle.

Düngung pro Morgen. ℔	Ertrag pro Morgen. ℔	Zusammensetzung der Rüben in %.				Asche.
		Trocken-substanz.	Zucker.	Stickstoff.	Pectin und Zellstoff.	
Ohne Salz	9090	14,70	7,12	0,32	4,47	0,92
17,8	11550	13,71	5,18	0,37	4,59	1,45
35,5	11070	14,00	4,84	0,38	5,55	1,06
71,0	3880	8,18	3,10	0,33	1,37	1,48
284,0	12450	10,44	3,23	?	?	1,59

Aus diesem Versuche geht die günstige Wirkung des Kochsalzes auf die Vermehrung der Ernte klar hervor, dagegen die ungünstige auf die Qualität derselben: die Rüben sind ärmer an Trockensubstanz und Zucker, und reicher an Proteinstoffen und Asche geworden.

Versuch von Grouven und Pingen auf Zuckerrüben.

Das Versuchsfeld gehörte zu den fruchtbarsten der Umgegend von Köln. Die Ackerkrume ist 4—8′ mächtig. Vorfrucht war: 1855 Brache mit 180 Ctr. Stallmist gedüngt, dann Raps, Weizen, Hafer, Zuckerrüben. Das Versuchsstück wurde 1860 im Frühjahr 1′ tief gepflügt; die Stücke 10 Quadratruthen groß; auf jedem 1000 Stück Rüben, deren Kerne Ende April gelegt wurden; Ernte 7. October. Alles andere enthält die folgende Tabelle.

Düngung pro Morgen.	Ertrag pro Morgen.	Kosten der Düngung pr. Morg.	Gewinn der Düngung.	Spec. Gewicht des Saftes.	Zuckergehalt desselben nach Soleil.	Fremdartige Bestandtheile.
	Zoll-Ctr.	Mk.	Mk.			
Ungedüngt	121,5	—	—	1,0535	10,23	3,41
180 ℔ Kochsalz	147,6	18	15,9	1,0563	10,74	3,49
216 „ Natronsalpeter . .	169,0	54	7,8	1,0592	11,32	3,51
144 „ Natronsalpeter und 144 ℔ Kochsalz	176,0	48	23,4	1,0538	9,98	3,73

Wir haben auch hier Erhöhung der Erträge durch das Kochsalz, aber theilweise Verschlechterung der Qualität der Rüben. Zugleich ist noch die Erhöhung der Wirkung des Chilisalpeters (ähnliches bei Ammoniaksalzen) durch das Kochsalz zu bemerken.

Versuch von Grouven zu Zuckerrüben.

Zu den Versuchen wurden 9 verschiedene Feldlagen unweit Salzmünde gewählt; jedes Stück hatte eine Größe von 10 Quadratruthen. Die Ernte erfolgte am 13. und 14. October.

Die folgende Tabelle enthält die gewonnenen Resultate, im Mittel der 9 Versuchsfelder.

Bezeichnung der Düngung pro 10 Quadratruthen.	Anzahl der geernteten Rüben bei 1050 Setzstellen.	Gewicht des geernteten Laubes.	Gewicht der geernteten Rüben.	Durchschnittsgewicht der Rübe.	Durchschnittsgewicht des Laubes.	In 100 Gewichtstheilen: Trockensubstanz.	In 100 Gewichtstheilen: Mark.	In 100 Gewichtstheilen: Saft.	Specifisches Gewicht des Saftes.	In 100 Gewichtstheilen Saft: Trockensubstanz.	In 100 Gewichtstheilen Saft: Rohrzucker.	In 100 Gewichtstheilen Saft: Mineralsalze.	In 100 Gewichtstheilen Saft: Albumin, org. Säuren u. Extractivstoffe.
Ungedüngt	877	408	851	0,97	0,47	18,64	3,16	96,84	1,0691	15,99	14,27	0,556	1,16
10 ℔ Kochsalz . . .	871	489	771	0,89	0,50	18,14	2,70	97,30	1,0639	15,86	14,02	0,784	1,06
8 ℔ Natronsalpeter u. 8 ℔ Kochsalz .	890	524	936	1,06	0,59	18,09	2,89	97,11	1,0676	15,65	13,41	0,696	1,55
12 ℔ Natronsalpeter	882	516	922	1,01	0,59	18,35	2,98	97,10	1,0683	15,89	13,61	0,687	1,59
10 ℔ Salmiak und 10 ℔ Kochsalz .	861	605	926	1,09	0,71	18,02	2,82	97,18	1,0672	15,64	13,25	0,719	1,67
15 ℔ Salmiak . .	865	692	937	1,08	0,80	17,53	2,97	97,03	1,0648	14,99	12,64	0,709	1,64

Diese Versuche zeigen eine Verminderung der Ernte in Quantität und Qualität sowohl da, wo Kochsalz allein, als wo es im Verein mit Salmiak angewendet war. — Die Wirkung des Natronsalpeters ist durch das Kochsalz ein wenig erhöht worden.

Versuch von Völcker bei Mangold-Rüben.

Zum Versuche diente ein Thon- und Sandboden. Der Thonboden hatte Weizen nach Klee getragen, war im Herbst mit Stallmist gedüngt und bei der Aussaat der Rüben in vorzüglichem Stande. Das Salz wurde am 29. Juli zu beiden Seiten der Reihen gestreut. Die einzelnen Versuchsstücke umfaßten $^1/_{20}$ Acre mit 4 Reihen Rüben. Versuch 1862.

Der Boden des anderen Feldes war ein leichter, fast treibender, hungriger Sandboden. Durch gute Cultur und starke Düngung hatte die Ackerkrume eine gewisse Menge Humus und Kalk erhalten. Außer mit Stallmist wurden die Rüben mit Superphosphat gedüngt.

Die Erträge zeigt die folgende Tabelle.

Thonboden:		Ertrag an geköpften und gereinigten Rüben pro Acre.
Düngung pro Acre.	Zahl der Rüben pro $^1/_{20}$ Acre.	
1 Ctr. Kochsalz	482	333 Ctr. 48 ℔
2 " "	516	324 " 12 "
3 " "	498	293 " 4 "
4 " "	517	295 " 4 "
Ungedüngt	497	302 " 16 "
5 Ctr. Kochsalz	546	364 " 92 "
6 " "	480	332 " 36 "
7 " "	502	288 " 44 "
8 " "	515	296 " 52 "
Sandboden:		
Ungedüngt	510	261 " 48 "
7 Ctr. Kochsalz	583	370 " 40 "
5 " "	626	400 " — "
3 " "	600	335 " — "
1 " "	622	299 " 32 "
Ungedüngt	615	288 " 64 "
2 Ctr. Kochsalz	602	305 " — "
4 " "	621	311 " 68 "
6 " "	631	325 " 100 "
8 " "	616	361 " 68 "
9 " "	618	338 " 4 "

Auf dem schweren Thonboden hat das Kochsalz somit eher schädliche als gute Wirkungen hervorgerufen, auf dem Sandboden dagegen erwies sich seine Anwendung als äußerst günstig. Völcker empfiehlt hiernach für leichten Sand- 4 bis 5 Ctr. und leichten, warmen Lehmboden 3 Ctr. Salz p. ac. als Düngung für Mangold.

Versuche mit Runkeln von A. Völcker.

Diese Versuche mit der langen, rothen Runkel wurden zu Tubney Warren auf einem sehr leichten Sandboden angestellt. Der Boden bestand aus:

Organischer Substanz	5,88
Eisenoxyd und Thonerde. . . .	4,11
Kohlens. Kalk	0,62
Magnesia	0,22
Kali und Natron	0,14
Phosphorsäure	0,07
Schwefelsäure	0,04
Feiner Sand und Verlust . . .	88,92
	100,00

Die Versuchs-Resultate waren die folgenden:

	Anzahl der p. Parc. à 1/20 acre gewachsenen Rüben.	Gewicht der Wurzelernte.			Mehrertrag gegen den durchschnittlichen Ertrag der ungedüngten Parc.		
		Tons	Ctr.	Ꝃ	Tons	Ctr.	Ꝃ
Ungedüngt .	636	12	2	76	—	—	—
2 Ctr. Kochsalz	592	18	19	32	5	14	80
3 „ „	632	18	4	72	5	—	8
Ungedüngt .	619	13	—	—	—	—	—
2 Ctr. Kochsalz	711	16	14	32	3	9	80
4 „ „	713	19	18	4	6	3	52
8 „ „	703	21	18	84	8	14	20
Ungedüngt .	698	14	11	68	—	—	—

Dieser Versuch ergiebt bei Runkeln auf leichtem Boden eine sehr günstige Wirkung der Kochsalzdüngung.

Zweiter Versuch zu Tubney Warren mit schwedischen Rüben.

Das Versuchsfeld mit rein sandigem Boden hatte 1862 nach Klee Weizen, zu welchem mit Chilisalpeter gedüngt war, 1863 schwedische Rüben in Stallmist und Superphosphat, 1864 Gerste und 1865 Erbsen ohne Düngung getragen.

Die Zusammensetzung des Bodens war:

Wasser	0,82
Org. Materie und gebundenes Wasser	2,45
Eisenoxyd und Thonerde	3,13
Kalkerde	0,14
Phosphorsäure	0,04
Schwefelsäure	0,19
Magnesia und Alkalien	0,47
Kohlensäure	Spuren
Unlösliches (Sand?)	92,99
	100,23

Die Ernte-Resultate pro $^1/_{20}$ acre sind die folgenden:

	Erntegewicht der Wurzeln			Mehrertrag (+) oder Mindererertrag (—) gegen ungedüngt		
	Tons	Ctr.	℔	Tons	Ctr.	℔
Ungedüngt	3	0	10	—	—	—
3 Ctr. Kochsalz	2	8	84	— 0	11	108
3 „ Superphosphat	8	3	64	+ 5	3	96
3 „ „ + 3 „ Kochsalz	9	4	32	+ 6	3	64

Dieser Versuch auf ebenfalls leichtem, aber phosphorsäurearmen Boden hat durch das Kochsalz allein sogar eine nachtheilige Wirkung desselben ergeben. Dagegen wurde die Wirkung des Superphosphats durch Kochsalz ganz hübsch unterstützt.

Dritter Versuch ebendaselbst.

Das Versuchsfeld hatte 1865 Weizen, gedüngt, getragen und war im Herbst desselben Jahres mit Futterroggen bestellt worden, welcher im Frühjahr 1866 mit Schafen abgehütet wurde. Das Land wurde darauf umgebrochen und mit 3 Ctr. Superphosphat pro acre gedüngt. Das übrige ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

	Ernte an Wurzeln			Mehrertrag gegen den Durchschnittsbetrag von Ungedüngt		
	Tons	Ctr.	℔	Tons	Ctr.	℔
Ungedüngt	12	16	28	—	—	—
3 Ctr. Kochsalz	13	4	32	0	19	62
Ungedüngt	12	10	20	—	—	—
3 Ctr. Kochsalz	13	17	76	1	12	106

Wir sehen auch hier eine günstige Wirkung der Kochsalzdüngung beim Vorhandensein von geeigneter Phosphorsäure im Boden. Durch das Kochsalz ist die Wirkung des Superphosphates erhöht worden.

§ 388.

β. Versuche mit Kartoffeln.

Versuch von Peters.

Das Feld war im Jahre vorher mit Knochenmehl gedüngt worden, welches aber der großen Dürre wegen wenig zur Wirkung gekommen war. Die Kartoffeln wurden Ende April gelegt, die Ernte geschah am 10. Oct.

Düngung.	Gewicht der der Ernte von $1^1/_2$ Quadratruthen.	Stärkegehalt in %.
Ungedüngt	$45^1/_2$ ℔	21,3
Kochsalz	$46^1/_2$ „	17,1
Superphosphat	$50^1/_2$ „	19,6
Kochsalz und Superphosphat	$49^1/_2$ „	17,7
Chilisalpeter	56 „	20,9
Desgl. und Kochsalz	54 „	19,1
Desgl. und Superphosphat	60 „	20,9
Desgl., Kochsalz und Superphosphat	$60^3/_4$ „	18,5
Schwefelsaures Ammoniak	52 „	20,0
Desgl. und Kochsalz	55 „	18,1
Desgl. und Superphosphat	$58^1/_2$ „	19,5
Desgl., Kochsalz und Superphosphat	63 „	19,3

Das Kochsalz hat hiernach in dem feuchten und kühlen Jahre 1860 im mageren, sandigen Lehmboden weder allein noch in Verbindung mit Superphosphat erhebliche Wirkung auf die Vermehrung der Knollen ausgeübt. Günstiger ist diese bei der gleichzeitigen Verwendung mit Superphosphat und löslichen Stickstoffverbindungen. Die Qualität der Kartoffeln, d. h. ihr Stärkemehlgehalt, ist aber entschieden verschlechtert worden.

Versuch von Hermann in Memmendorf.

Das Versuchsstück hatte vorher Raps und dann Weizen, zu dem mit Stallmist und Guano, resp. Guano allein, gedüngt war, getragen; die Versuchsstücke waren je 2 Quadratruthen groß.

Düngermenge pro sächs. Acker.	Ertrag pro Acker.	Stärkegehalt in %.	Ertrag an Stärke pr. Acker.
			℔
Ungedüngt	14550	23,6	3430
Reines Steinsalz 300 ℔	14100	21,2	2990
„ „ 600 „	14700	21,1	3100
„ „ 900 „	13500	18,8	2540

Bei diesem Versuch haben wir auch nur in einem Falle eine geringe Vermehrung der Ernte, dagegen eine entschiedene Abnahme des Stärkemehlgehaltes der Kartoffeln.

Versuche mit Kochsalzdüngung bei Kartoffeln, referirt von A. Völcker.

Die folgenden Versuche sind auf Veranlassung von A. Völcker nach einem von demselben bearbeiteten Düngungsplan auf mehreren Farmen ausgeführt worden. Von diesen Versuchen nehme ich diejenigen heraus, welche für die vorliegende Frage vom Interesse sind. Die betreffenden interessirenden Daten sind nach dem Referat von Völcker auf der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Knollenerträge pro engl. Acre abgerundet.

Düngung pro Acre.	Versuch I, 1867. Angestellt von Hedesington. Leichter, armer Sandboden.	Versuch II, 1867. Angestellt von Malo. Guter Gartenboden.
	Ctr.	Ctr.
Ungedüngt (Mittel aus 3 Versuchen)	39	252
4 Ctr. Kochsalz	39	248
4 „ Superphosphat	47	250
4 „ Superphosphat + 4 Ctr. Kochsalz	70	229
Verrotteter Stallmist (Mittel aus 2 Versuchen)	125	234

Diese Versuche lehren zunächst, sagt Stöckhardt sehr richtig, „wie ungeeignet ein in hoher Kraft befindlicher Boden, wie das Gartenland, welches ohne Düngung gegen 160 Scheffel Kartoffeln pro Morgen producirte, einen solchen darstellt, zu Düngungsversuchen ist. Ein Boden, der reich an Pflanzennährstoffen aller Art ist, verhält sich indifferent gegen weitere Zufuhr von Dungstoffen, die in einem armen Boden den höchsten Effect hervorgebracht haben würden, weil ein Mangel, der durch diese abgeholfen werden könnte, nicht vorhanden ist.“

In dem Sandboden zeigte sich die Wirkung der Düngung deutlicher, blieb aber im Allgemeinen in Folge der ganz extremen Dürre des Sommers und der starken Erkrankung der Kartoffelpflanzen unter der Grenze der Leistungsfähigkeit. Kochsalz allein hat hier nichts gewirkt, dagegen ist die Wirkung des Superphosphats durch das Kochsalz schön vermehrt worden.

Versuche von Stöckhardt.

Die nachfolgend zusammengestellten Versuchs-Resultate, welche den Einfluß des Kochsalzes auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffel zeigen sollen, sind meistens bei Versuchen in Tharand erhalten worden; bei den in

anderen Gegenden angestellten ist der betreffende Ort angegeben. Die Stärkemehlbestimmungen sind im Tharander Laboratorium ausgeführt. Gleichzeitig enthält die Tabelle eine kurze Bezeichnung der betreffenden Bodenart und zur weiteren Vergleichung den Stärkemehlgehalt der mit Peruguano gedüngten Kartoffel.

Jahrgang.	Ungedüngt.	Peruguano.	Kochsalz.	
	Stärkegehalt der Kartoffeln in Procenten.			
1852	19,8	22,1	14,8	Reichstädt. Lehmiger Sandboden.
1854	18,1	18,7	17,9	humoser Sandboden.
1855	23,0	23,8	18,9	humoser Sandboden.
—	—	—	19,1	Kochsalz und Kalk; 21,3 % Kalk allein; 22,8 % Kochsalz und Gyps.
—	20,2	22,3	19,0	Irfersgrün. Lehmboden.
—	—	—	20,1	Kochsalz und Kalk; 22,3 % Kalk allein.
—	17,0	18,7	16,9	Sandboden der Lüneburger Haide.
1856	21,5	22,0	17,2	humoser Sandboden.
—	—	—	18,0	Kochsalz und Kalk; 18,5 % Kalk allein.
—	—	—	14,2	Kochsalz und Superphosphat; 17,6 % Superphosphat allein.
—	—	—	17,0	Kochsalz und Fischguano; 18,5 % Fischguano allein.
1857	21,8	22,1	18,3	humoser Lehmboden (40—80 ℔ Kochsalz pro Morgen, 15,1 % (150—400 ℔ Kochsalz pro Morgen).
—	—	—	18,5	Kochsalz und Superphosphat; 21,0 % Superphosphat allein.
—	—	—	17,1	Kochsalz u. Knochenkohle; 21,4 % Knochenkohle allein.
1858	18,3	17,7	14,2	Kochsalz und Guano. Humoser Sandboden.
—	—	—	17,1	Kochsalz und Phosphorit; 17,8 % Phosphorit allein.
—	—	—	16,5	Kochsalz und Superphosphat; 17,8 % Superphosphat allein.
—	—	—	14,5	Kochsalz u. Knochenmehl; 17,7 % Knochenmehl allein.
—	—	—	13,6	Kochsalz und schwefelsaures Ammoniak; 17,8 % schwefels. Ammoniak allein.
1860	21,3	—	17,1	humoser Sandboden.
—	—	—	17,7	Kochsalz und Superphosphat; 19,6 % Superphosphat allein.
—	—	—	18,1	Kochsalz und schwefelsaures Ammoniak; 20,0 % schwefels. Ammoniak allein.
—	—	—	19,3	Kochsalz, schwefelsaures Ammoniak und Superphosphat; 19,5 % schwefelsaures Ammoniak und Superphosphat.
—	—	—	19,1	Kochsalz und Chilisalpeter; 20,9 % Chilisalpeter allein.

Jahrgang.	Ungedüngt.	Peruguano.	Kochsalz.	
	Stärkegehalt der Kartoffeln in Procenten.			
1860	—	—	18,5	Kochsalz, Chilisalpeter u. Superphosphat; 20,9 % Chilisalpeter u. Superphosphat.
1861	20,0	19,0	16,5	humoser Sandboden.
—	—	—	17,5	Kochsalz und Chilisalpeter; 20,0 % Chilisalpeter allein.
—	—	—	18,0	Kochsalz und schwefelsaures Ammoniak; 21,0 % schwefels. Ammoniak allein.
—	—	—	17,5	Abraumsalz (Staßfurter) 600 ℔ pro Morgen; 17,7 % desgl. 300 ℔ pro Morgen; 17,5 % Abraumsalz und Phosphoguano; 19,5 % Abraumsalz und Peruguano.

Aus der Tabelle ist bestimmt ersichtlich, daß das Kochsalz auf den Stärkemehlgehalt der Kartoffel eine Depression ausübt: nur in wenigen Fällen erreicht der Stärkemehlgehalt der mit Kochsalz gedüngten Rüben den der ungedüngten; als Regel gilt, daß die ersteren beträchtlich (um 10, 20, ja in einzelnen Fällen um 25 %) stärkeärmer sind, als die letzteren, wogegen die Guanokartoffel in den meisten Fällen etwas stärkereicher auftreten, als die ungedüngten. Stöckhardt fügt hinzu: „Es darf hiernach als eine physiologische Thatsache angesehen werden, daß das Kochsalz, mit den Wurzeln der Kartoffelpflanzen in Berührung gebracht, das Wachsthum der letzteren beeinträchtigt und namentlich die Ausbildung des Stärkemehles, wie der organischen Substanz überhaupt, in den Kartoffelknollen in bemerklicher Weise behindert."

Die von Stöckhardt vorgenommene Untersuchung der Knollen auf Kochsalz ergab das interessante Resultat, daß in der Trockensubstanz der ungedüngten Kartoffeln an Kochsalz 0,43 % und in der mit (circa 40 ℔ pro Morgen) Kochsalz gedüngten Kartoffel an diesem Salze 1,34 % enthalten waren.

Auf die Erntemasse berechnet ergiebt sich pro Morgen:

in den Knollen des ungedüngten Landes (1950 ℔ Trockensubstanz). . . . . ca. 8 ℔ Kochsalz
und in den Knollen des mit Kochsalz gedüngten Landes (1650 ℔ Trockensubstanz) . . . . ca. 22 „ „

§ 389.

c. Versuche mit Cerealien.

Versuch von Dietrich zu Sommergerste.

Die Gerste wurde am 18. Mai gesäet, an demselben Tage erfolgte auch die Düngung. Größe des Versuchsstückes 0,5 Quadratruthen.

Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate, Durchschnitte von je 2 Versuchen, sind auf 1 Morgen (!) berechnet.

Art der Düngung.	Körner.	Stroh.	Summa.
Ungedüngt	1150	2084	3248
Kochsalz 90 ℔	1188	2112	3300
dito 180 ℔	1210	2165	3375
Salmiak 148 ℔ und Kochsalz 90 ℔	1148	2471	3619
Salmiak 148 ℔	1335	2541	3876
Schwefels. Ammoniak 182 ℔ und Kochsalz 90 ℔	1306	2635	3941
Schwefelsaures Ammoniak 182 ℔	1275	2625	3900

Diese Versuche haben ein wenig ermuthigendes Resultat für die günstige Wirkung des Kochsalzes ergeben.

Dietrich machte dann eine Versuchsreihe in Glasgefäßen mit Erde des Versuchsfeldes; jeder Topf empfing 2 ℔ Erde; als Saat diente dieselbe Gerste.

Hierbei ergab sich:

	Erntegewicht in Grm.
Kochsalz 0,3 Grm.	9,95
„ 0,6 „	10,75
Chlorammonium 0,5 Grm.	12,96
dito und Kochsalz 0,3 Grm.	16,90
Schwefelsaures Ammoniak 0,6 Grm.	16,95
dito 0,6 Grm. und Kochsalz 0,3 Grm.	18,35
Ungedüngt	8,25

Die Versuche zeigen die günstige Wirkung des Kochsalzes allein und bei Zusatz zu Ammoniaksalzen aufs Bestimmteste (Dietrich).

Versuch von Brettschneider zu Roggen in Eisdorf und in Neudorf.

Das Salz wurde, mit Sand gemengt, im zeitigen Frühjahr ausgesäet.

	Eisdorf.			Neudorf.		
	Körner.	Stroh und Spreu.	Summa.	Körner.	Stroh und Spreu.	Summa.
Ungedüngt*)	1044	3018	4062	597	1259	1856
dito	962	2860	3822	610	1310	1920
Kochsalz 29,25 K.	1033	2725	3758	695	1413	2108
dito	1072	2637	3709	717	1452	2169

Aus diesem Versuche geht hervor, daß das Chlornatrium die Körnerbildung befördert hat; die Wirkung auf die Stroherträge ist dagegen eine negative.

C. Krauch machte auf der Versuchsstation Münster Versuche über die Frage bei welcher Concentration eine Kochsalzlösung nachtheilig wirke. Diese Versuche wurden in wässrigen Lösungen ausgeführt und dienten als Versuchspflanzen Gerste, italienisch Raygras, französisch Raygras, Timothygras und Weiden**).

Für die Gerste und die Grasculturen wurden die folgenden Lösungen angewendet:

I. Normal, d. h. reine Nährlösung (1 Grm. Nährsalz pro Liter).
IIa. desgl. „ „ „ „ + 0,200 Grm. Kochsalz pro Liter.
IIIa. desgl. „ „ „ „ + 0,400 „ „ „ „
IVa. desgl. „ „ „ „ + 0,600 „ „ „ „
IIb. 0,8 Grm. Nährsalz + 0,2 Grm. Kochsalz pro Liter.
IIIb. 0,6 „ „ + 0,4 „ „ „ „
IVb. 0,4 „ „ + 0,6 „ „ „ „

Für Weiden waren die folgenden Lösungen:

I. 1/2 pro Mille Nährlösung + 0,1 Kochsalz pro Liter
II. 1/2 „ „ „ + 0,2 „ „ „
III. 1/2 „ „ „ + 0,4 „ „ „
IV. 1/2 „ „ „ + 0,6 „ „ „

Sämmtliche Pflanzen wurden erst in ihre betreffenden Lösungen mit Kochsalz gebracht, nachdem sie in 1/2 pro Mille reiner Nährlösung 14 Tage bis 3 Wochen vegetirt und sich als gleichmäßig entwickelt und gesund gezeigt hatten. Dies war Ende Mai. In den Kochsalzlösungen blieben dann die Pflanzen den ganzen Sommer. Die Lösungen wurden alle 3 bis 4 Wochen erneuert.

Die Gerste entwickelte sich in reiner Nährstofflösung und in den mit Kochsalz gleich üppig, kam zur gleichen Zeit zur Blüthe und ihre Aehren färbten sich zur selben Zeit gelb. Die Gräser wurden in Normallösung

*) Dies Stück nicht recht vergleichbar mit den anderen, da es hinsichtlich der Stallmistdüngung etwas im Vortheil gewesen war.

**) Ich führe gleich hier die Resultate, welche mit den Gräsern und Weiden erhalten sind, an, um Wiederholungen der näheren Angaben zu vermeiden.

und in den mit Kochsalz 2 bis 3 Fuß hoch, setzten reichlich Samen an und lieferten im 1. und 2. Schnitte gute Erträge. Die Weiden wuchsen ebenfalls in Normallösung und den mit Kochsalz in strotzender Gesundheit.

Bei allen Versuchen ist somit ein nachtheiliger Einfluß des Kochsalzes nicht zu constatiren.

Die Resultate thun dar, daß kochsalzhaltige Wässer bis 0,6 Gramm pro Liter keinen nachtheiligen Einfluß auf die Vegetation ausüben. Wenn nun trotzdem im Großen Thatsachen bekannt sind, daß derartige Wässer bei Wiesen, Obst- und Waldbäumen Beschädigung hervorgebracht haben, so erklärt sich dies einerseits dadurch, daß der Kochsalzgehalt derselben gleich ein höherer war, als bei den obigen Versuchen — in Münster wurde bei Abwässern aus den Tiefbauten der Kohlendistricte $^1/_{10}$ bis $^1/_2$ % gefunden —, oder dadurch, daß die ursprüngliche Lösung bei trockenem Wetter in Folge schneller Wasserverdunstung concentrirter wurde und so nachtheilig wirkte.

Krauch führt ferner noch an, daß bei dieser Wirkung des Kochsalzes nicht nur die directe auf die Pflanzen, sondern auch die indirecte auf den Boden durch Löslichmachung von Bodenbestandtheilen (p. 847 u. f.) in Betracht kommen wird.

Auch bei diesen Pflanzen läßt sich der Einfluß des Kochsalzes auf die Pflanzen durch höheren Gehalt derselben an diesem Salze nachweisen: Gräser mit $^1/_2$ % Kochsalzlösung begossen, enthielten in der Asche 36,94 % Chlor, solche mit Brunnenwasser nur 13,23 %.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß nach den Versuchen zu Münster Gräser und Deuzia-Sträucher mit $^1/_2$procentischem Kochsalzwasser begossen, nach wiederholtem Begießen kränkelten und schließlich abstarben; bei Obstbäumen wurde hierbei auch ein nachtheiliger Einfluß beobachtet, doch nicht in dem Grade, wie bei den vorerwähnten Pflanzen.

§ 390.

d. Versuche auf Wiesen.

Versuch von Kuhlmann.

Die Wiese hatte thonigen Boden und war 1844 mit Heusamen und Wicken angesäet. Die Dungstoffe in Wasser gelöst angewendet. Die Versuche erstreckten sich auf 2 Jahre, 1845, welches sehr naß und 1846, welches ein sehr trockenes Jahr war.

Die Resultate der Versuche sind:

Angewendete Düngung auf 2½ Morgen.	Geerntet an Heu	Grummet.	Plus in Folge der Düngung.
1845.	℔	℔	℔
Ungedüngt	6281	2378	—
Kochsalz allein, 222 ℔	7036	2855	1287
Salmiak allein, 222 ℔.	8516	1914	1826
Kochsalz und Salmiak, je 222 ℔ . .	9278	3036	3760
1846. 1. Reihe.			
Ungedüngt	3900	keines	—
Kochsalz 222 ℔	4407	—	507
Salmiak 222 ℔	6195	—	2295
Kochsalz und Salmiak, je 222 ℔ . .	6470	—	2570
1846. 2. Reihe.			
Ungedüngt	3692	keines	—
Kochsalz 222 ℔	4118	—	426
Salmiak 222 ℔	6056	—	2364
Kochsalz und Salmiak, je 222 ℔ . .	7218	—	3526

Diese Versuche zeigen die Wirkung des Kochsalzes auf Wiesen, vor allem in dem nassen Jahre sehr schön; eine Erhöhung der Wirkung der stickstoffhaltigen Düngung durch Salz geht aus denselben ebenfalls hervor.

Versuch von Hellriegel.

Die Versuche ausgeführt von Engelbrecht; die Wiese frisch meliorirt; die Versuchsstücke à $^1/_{10}$ Morgen groß. Die geernteten Heusorten von Hellriegel und Ulbricht untersucht.

Düngung pro Morgen.	Ernteergebnisse. 1857.		1858.		Ergebnisse der Analyse. Stickstoff-haltige Stoffe.	Stickstoff-freie Stoffe.	Pflanzen-faser.	Asche.
	Ctr.	℔	Ctr.	℔				
Ohne Dung . . .	12	80	22	70	13,9	48,3	32,5	5,32
1 Ctr. Kochsalz . .	21	70	29	80	14,1	45,2	35,3	5,36

Auch dieser Versuch thut die günstige Wirkung des Kochsalzes auf Wiesen dar.

Versuche mit Hanf von Neßler.

Das Versuchsfeld wurde den 18. Mai gepflügt und besäet; die Ernte fand den 27. August statt. Parcelle I. wurde mit 240 Grm. (30 Kilo pro Hectar) schwefels. Ammoniak gedüngt, Parcelle II. blieb ungedüngt und Parcelle III. erhielt ebensoviel Kochsalz als I. schwefels. Ammoniak.

Der Ertrag an grünen Hanfstengeln betrug:

	auf 81 Quadr.-Meter Kilo	auf den Hectar Kilo
Parcelle I. . . .	216	26600
„ II. . . .	172	21230
„ III. . . .	193	25800

Dieser Rohhanf wurde in der Spinnerei zu Emmendingen mit folgenden Resultaten verarbeitet:

	Von 1000 Kilogr. Hanfstengel ergab der Hanf						Gehechelter Hanf (Spinnreußen) pro Hectar
	von der Breche	von der Reibe		von der Hechel			
		Hanf	Abgang	Spinnreußen	Werg	Abgang	
	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo	Kilo
Parcelle I.	109,8	98,5	11,3	41,7	41,7	15,1	776,4
„ II.	112,8	102,5	10,3	51,2	35,6	15,4	760,9
„ III.	111,1	98,8	12,3	49,4	37,0	12,4	823,7

Die sehr schwache Kochsalzdüngung hat somit einen ganz erheblichen Mehrertrag an dem werthvollsten Producte, dem gehechelten Spinnhanf, ergeben. Noch wichtiger als die größere Menge des Hanfes ist die schönere Qualität desselben. Angestellte und Arbeiter der Spinnerei hielten den unter dem Einflusse der Kochsalzdüngung erzielten Hanf für schöner „schmalziger" als allen anderen und an Qualität dem italienischen gleich.

Versuch mit Flachs von W. Fleischmann.

Anfang April 1867 wurden 4 Parcellen zu je 1 Decimale vollständig gleich bestellt und gedüngt und mit russischem Lein besäet; von diesen hatten 3 zusammen eine Beidüngung von 6 ℔ Kochsalz (2 Ctr. pro Tagewerk) erhalten, während eine ohne Salzdüngung blieb. Anfangs Juli waren die mit Salz gedüngten Pflanzen den übrigen weit voraus, wogen durchschnittlich fast 3mal (2,89mal) mehr, waren um ½ Fuß höher und zeigten ein tieferes und lebhafteres Grün. Dieser Unterschied blieb sich während der ganzen Vegetationszeit ziemlich gleich. Die Ernte erfolgte im September, leider noch etwas zu früh, vor allem für die mit Salz gedüngten Parcellen. Das Trocknen, Ausdreschen, Rösten, Brechen und Schwingen geschah in der Kerler'schen Fabrik. Die Ernte ergab die folgenden Resultate:

	Pflanzen ohne Salzdüngung	Pflanzen mit Salzdüngung	Mehrertrag der Salzdüngung pro Tagwerk.
	Ctr.	Ctr.	Ctr.
Vom bayrischen Tagwerk in grünem Zustande.	72	100,67	28,67
Nach dem Trocknen verblieben . .	14	18,00	4,00
In dem getrockneten Flachse:			
an Samen.	4,50	6,00	1,50
und an Flachsstroh	9,50	12,00	2,50
Im Flachsstroh:			
an holzigen Theilen	5,94	7,44	1,50
Schwungwerg.	0,50	0,56	0,06
Rohflachs	3,06	4,00	0,94
Durch das Hecheln wurden erhalten:			
Hechelabgang	0,06	0,33	0,27
Grobes Werg.	1,50	1,67	0,17
Feines Werg	1,00	1,00	—
Lange Flachsfasern	0,50	1,00	0,50

Die Versuchs-Resultate geben der Kochsalzdüngung für Flachs ein sehr gutes Prognosticum: am Samen 33,33 %, an Flachsstroh 26,32 % und an langen Flachsfasern 100 % mehr, als ohne Salzdüngung.

Interessant sind auch die von Fleischmann erhaltenen analytischen Ergebnisse, wie die folgenden Zahlen darthun:

	100 Theile grüne Pflanze ohne Salzdüngung	100 Theile grüne Pflanze mit Salzdüngung
Wasser	72,873	75,439
Organische Substanz	26,002	23,160
Reinasche	1,125	1,401
	100,000	100,000

	100 Theile grüne Pflanze ohne Salzdüngung	100 Theile grüne Pflanze mit Salzdüngung
In 100 Theilen Asche:		
Eisenoxyd	0,847	1,223
Kalkerde	28,498	20,680
Magnesia	8,606	8,263
Kali	17,251	19,054
Natron	14,918	16,391
Phosphorsäure	13,499	16,133
Schwefelsäure	10,852	8,713
Chlor	3,955	9,768
Kieselsäure	2,382	1,731

Die mit Kochsalz gedüngten Pflanzen sind wasser- und aschereicher, aber an organischer Substanz ärmer als die ohne Salzdüngung. In der Asche treten die alkalischen Erden, Schwefelsäure und Kieselsäure zurück, dagegen wiegen die Alkalien, Phosphorsäure und vor allem Chlor vor. Da Kochsalz im Boden in erster Reihe auf die alkalischen Erden lösend einwirkt, so ist obiges Resultat um so mehr von Bedeutung.

§ 391.

e. Folgerungen aus den Versuchen.

Ueberblicken wir die sämmtlichen bis jetzt besprochenen Versuche, deren Zahl noch bedeutend hätte vermehrt werden können, so reden sie der Kochsalzdüngung im Allgemeinen nicht sehr das Wort. Mit Ausnahme der Versuche auf Wiesen und der mit Hanf und Lein sind die Resultate der andern, ganz abgesehen zunächst von der qualitativen Beschaffenheit der geernteten Früchte, mehr negativ als positiv ausgefallen.

Bei der Vergleichung dieser Resultate der Kochsalzdüngung mit den Ergebnissen der Untersuchungen über die Wirkungen des Kochsalzes auf die Ackererde sehen wir, daß beide durchaus im Einklang stehen. Das Lösungsvermögen des Kochsalzes erstreckt sich vor allem auf die Kalkerde und Magnesia, welche in Form von Chloriden in Lösung treten. Die Mengen der ge-

lösten Phosphorsäure, des Kalis und der Kieselsäure sind nach meinen Versuchen nur unbedeutend.

Chlorcalcium und Chlormagnesium wirken, wie bereits beim Kali p. 631 u. f. besprochen, auf Rüben und Kartoffeln ungünstig. Dies erklärt sowohl die negativen Resultate der meisten Versuche in Betreff der Quantität der Ernte, wie der Qualität der geernteten Wurzeln resp. Knollen.

Die Wirkung des Kochsalzes auf die Cerealien ist etwas günstiger, wenn auch nicht sehr ermuthigend zur Anwendung im Großen.

Entschieden vortheilhaft hat sich dagegen die Anwendung des Kochsalzes für die Wiesenpflanzen gezeigt. Einen anderen Beweis hierfür bieten die sog. Salzwiesen dar, welche durch die Nahrhaftigkeit des von ihnen gewonnenen Futters bekannt sind. Diese Wiesen zeichnen sich ebenso wie die Küsten des Meeres u. s. w. durch eine besondere Flora aus. Das Futter von denselben wird von den Thieren sehr gerne gefressen.

Die Wirkung der löslichen Stickstoffverbindungen, sowie der Phosphate wird, wie aus einem Theil der hier angeführten Versuche, sowie aus dem beim Guano p. 369 u. f. Besprochenen hervorgeht, durch die gleichzeitige Anwendung von Kochsalz erhöht.

Auf Hanf und Flachs ist die Wirkung des Kochsalzes eine vorzügliche und daher für diese Gespinnstpflanzen die Verwendung desselben sehr zu empfehlen. Beim Hanf bedeutende Erhöhung der Ernte an gehecheltem Spinnhanf sowohl in quantitativer als qualitativer Hinsicht; beim Flachs hervorragende Vermehrung der Ernte an Samen und langen Flachsfasern.

§ 392.

f. Physikalische Wirkung des Kochsalzes.

a. Vermehrung der wasserzurückhaltenden und wasseranziehenden Kraft des Bodens.

Durch die vom Kochsalz veranlaßten Umsetzungen entstehen, wie wir gesehen haben, Chlorcalcium und Chlormagnesium, zwei Salze, welche eine bedeutende wasseranziehende Kraft besitzen, und so auch die des betreffenden Bodens zu erhöhen im Stande sind.

Dies zeigen die Versuche von Peters und dem Verfasser.

Peters benutzte einen kalkarmen Thonboden, dieser absorbirte mit $1/10$ % Kochsalz versetzt, bedeutend mehr Wasserdampf als im rohen

Zustande; eine Vermehrung seines Kalkgehaltes erhöhte auch seine wasseranziehende Kraft.

Die Versuche des Verfassers sind bereits p. 851 angegeben.

Es fragt sich aber, ob durch diese Thätigkeit den Pflanzen mehr Wasser zugeführt wird; ich möchte es bezweifeln. Auffallend wäre sonst, daß das Salz seine günstige Wirkung, wie z. B. die Versuche von Kuhlmann zeigen, vor allem in nassen Jahren documentirt. In dem feuchten Klima Englands sind die Erfolge des Salzes ebenfalls günstiger, als in Deutschland, daher ist auch die Anwendung desselben dort eine ausgedehntere.

b. Verminderung der Transpiration der Pflanzen.

Nach den Bd. I. p. 234 beschriebenen Versuchen von Sachs verzögert das Kochsalz die Verdunstung von Wasser durch die Blätter in nicht unbedeutendem Grade, erhält somit den Boden feuchter und macht es der Pflanze längere Zeit möglich, ihren Wasserbedarf zu decken.

§ 393.

B. Wirkung des Kochsalzes auf die Pflanzen.

1. Das Kochsalz vertilgt die Unkräuter.

Von verschiedenen Seiten wird dem Kochsalz diese Eigenschaft nachgerühmt. Daß das Kochsalz in größeren Gaben überhaupt auf die Pflanzen zerstörend einwirkt, war bereits den Alten bekannt, wie wir dies in der Einleitung gesehen haben. Derartige Mengen aber, wie sie zur Düngung angewendet werden, können auf die Unkrautpflanzen die genannte Wirkung nicht ausüben; würde dies der Fall sein, so müßte dies sowohl die Unkräuter, als die Culturpflanzen treffen. Anders verhält es sich meist mit den Samen der Pflanzen, wie wir unter 2 sehen werden.

§ 394.

2. Zerstörende Wirkung auf die Samen.

Nach den Untersuchungen von Schübler genügen 9—10 Theile Salz auf 1000 Theile Erde, um das Keimen von Wicke, Kresse und Gerste entweder ganz zu verhüten, oder die gekeimten Pflanzen doch bald wieder zu tödten. Nach Becquerel

sind Weizen und Gerste empfindlicher gegen Kochsalz, als Samen von Raygras, weißem Senf u. s. w. Derselbe fand ferner, daß die jungen Pflanzen in ihrem weiteren Entwickelungs-Processe größere Kochsalzmengen vertragen.

Die Wirkung auf die Samen der Pflanzen kann uns eine Erklärung für die behauptete Zerstörung des Unkrautes durch das Salz in dem Falle geben, wo dasselbe vor der Aussaat auf's Feld gebracht, oder während der schon vorgeschrittenen Vegetation der Culturpflanzen angewendet ist. Es verhütet in dem Falle überhaupt die Entwickelung dieser Pflanzen. Genaue Beobachtungen sind indeß durchaus noch nothwendig, um Klarheit darüber zu verschaffen.

§ 395.

3. Wirkung auf die Zusammensetzung der Pflanzen.

Die vorhergegangene Besprechung der Düngungsversuche mit begleitenden Analysen hat uns für die Wurzelgewächse und Kartoffeln einen bestimmt nachtheiligen Einfluß des Kochsalzes auf die Entwickelung dieser Pflanzen kennen gelernt. Der Zuckergehalt der Rüben und der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln wird entschieden durch Düngung mit Kochsalz vermindert. Diese Wirkung des Salzes erklärt sich aus den durch dessen Umsetzungen mit den Bodenbestandtheilen entstehenden Chloriden, vor allem Chlorcalcium und Chlormagnesium, deren Wirkung auf die Pflanzen bereits beim Kali besprochen sind.

Aus diesen Gründen ist die Verwendung des Kochsalzes zur Düngung der Rüben und Kartoffeln durchaus nicht zu empfehlen. Weniger nachtheilig, ja theilweise förderlich hat sich die Wirkung des Kochsalzes und der durch dasselbe entstandenen anderen Chloride auf die Körnerbildung der Cerealien gezeigt, was vielleicht in der wenn auch geringen Löslichmachung von Phosphorsäure seine Erklärung finden mag.

Bei den Wiesenpflanzen werden nach den Versuchen Hellriegel's durch das Kochsalz die Proteinstoffe, Mineralstoffe und die Holzfaser vermehrt, dagegen die Kohlehydrate vermindert, so daß das Nährstoffverhältniß erhöht ist. Ob hierdurch wirklich der Nährwerth ein größerer geworden ist, oder ob er durch die vermehrte Holzfaser wieder herabgedrückt wird, läßt sich ohne die erforderlichen Fütterungsversuche mit Thieren nicht entscheiden.

Eine Vermehrung der Proteinstoffe hat sich bei den Versuchen von Herth auch bei den Rüben gezeigt, was da, wo dieselben zur Fütterung dienen sollen, von Vortheil ist.

§ 396.

C. Wirkung auf die thierischen Organismen in der Ackererde.

Das Kochsalz soll ferner das im Boden befindliche Ungeziefer, wie Schnecken, Engerlinge u. dgl. tödten. Die über den Einfluß des Kochsalzes auf Schnecken von Geubel angestellten Versuche zeigen, daß dasselbe zwar in concentrirter, nicht aber in verdünnter Lösung tödtend auf dieselben einwirkt. Da die Mengen von Kochsalz, welche bei der Düngung zum Boden gebracht werden, nicht so groß sein können, um im Boden concentrirte Lösungen des Salzes zu bilden, so ist auch nicht annehmbar, daß das Kochsalz bei der Düngung die genannte Wirkung hervorbringt.

Geben wir z. B. dem Morgen 2 Ctr., so kommen bei gleichmäßiger Vertheilung auf den Cubikfuß bei einer Tiefe der Ackerkrume von 1', das ist auf ca. 82,3 Zollpfund, 3,85 Grm. = 1/130 ℔; es ist dies eine Menge, von der man sicherlich nicht annehmen kann, daß sie die genannte Wirkung auszuüben im Stande sei.

§ 397.

II. Anwendung des Kochsalzes.

Ueber die Stärke der Kochsalzdüngung sind die Erfahrungen sehr variirend. Während z. B. Schübler 24 ℔ pro Morgen für die Sommergerste als die geeignetste Menge hinstellt, habe ich bei meinen Versuchen bei 1—1½ Ctr. ebenfalls auf Sommergerste keinen nachtheiligen Einfluß beobachten können, vielmehr war der Ertrag bei 1½ Centner größer, als bei 1 Centner. Fraas wandte bei seinen Versuchen mit Gerste und Weizen etwa 1 Ctr. an, welche Menge sich als Zugabe zu stickstoffhaltigen Dungstoffen wirksam zeigte.

Reuning empfiehlt nach den in Sachsen angestellten Versuchen 1, 2, 3, 4½ und 6 Ctr., welche dort unter den verschiedenen Verhältnissen die günstigste Wirkung hervorgebracht haben.

In England werden auch große Mengen benutzt, wie uns dies unter andern die Versuche von Völcker zeigen.

Genaue Angaben über die richtige Stärke der Kochsalzdüngung sind bis jetzt noch nicht zu geben. Gewissen Anhalt gewähren die bei den betreffenden Versuchen in Anwendung gekommenen Mengen.

Was die Frage anbetrifft, ob das Kochsalz unterzubringen oder als Kopfdüngung zu verwenden ist, so geht aus meinen Versuchen hervor, daß letzteres dem ersteren entschieden vorzuziehen ist.

Meine Versuche waren auf lehmigem Sandboden mit Gerste angestellt; das Feld hatte seit 6 Jahren keine Düngung erhalten und war somit als ziemlich erschöpft zu betrachten. Leider ist durch ein Versehen des Arbeiters ein Vergleich mit Ungedüngt nicht möglich, da die hierzu dienende Parcelle vom Wege aus, wo Stallmist abgeladen, gedüngt worden war.

Die Versuchsstücke hatten eine Größe von je 9 Quadratruthen.

Stärke und Art der Düngung.	Ertrag an:					
	Körnern.		Stroh.		Kaff.	
	℔	Lth.	℔	Lth.	℔	Lth.
5 ℔ Kochsalz untergebracht	16	7	27	15	6	24
5 „ „ obenaufgestreut . . .	21	27	30	—	5	15
$7\frac{1}{2}$ „ „ untergebracht	23	8	33	9	4	14
$7\frac{1}{2}$ „ „ obenaufgestreut . . .	27	23	40	25	6	—

Aus dem Einflusse, welchen das Kochsalz auf die Samen ausübt, ist ferner zu schließen, daß es am besten ist, dasselbe entweder einige Zeit vor der Saat, oder erst später, wenn die Pflanzen bereits entwickelt und gekräftigt sind, anzuwenden.

Düngung durch den Boden.

Kapitel I.

§ 398.

Einleitung.

„Die Landwirthschaft ist eine Kunst und Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quelle ihrer Nahrung.

Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen.

Keine in der Ausübung dieser gemachte Erfahrung kann im Widerspruche stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese, aus allen Beobachtungen zusammen genommen abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind.

Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, eben weil sie nichts anderes ist als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen."

Diese Worte v. Liebig's haben wir dieser Abtheilung als Einleitung vorausgeschickt, weil wir glauben, daß sie das, was

von den hier zu besprechenden Manipulationen zu erwähnen ist, mit wenigen Worten kennzeichnen. Wir wollen und können hier nicht die Kunst, welche für die Ausführung der Drainage, des Eggens und Pflügens ꝛc. erforderlich ist, abhandeln, sondern nur die wissenschaftlichen Grundsätze der Wirkung, sowie der Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit dieser Operationen, soweit dies bis jetzt an der Hand der Wissenschaft möglich ist, darzulegen versuchen.

Die für diese Manipulationen anzuwendende Kunst, die praktische Ausführung derselben, speciell zu beschreiben, würde mehr Raum einnehmen, als denselben hier gewidmet werden kann und mehr Sache des Praktikers, als die meinige sein.

I. Die Ernterückstände.

§ 399.

1. Begriffsentwickelung.

Unter Ernterückständen hat man die Wurzeln und oberirdischen Theile der Pflanzen zu verstehen, soweit letztere dem Felde bei der Ernte nicht genommen worden sind. Bei den Cerealien, den Leguminosen und Cruciferen bilden die Ernterückstände somit die Wurzeln und Stoppeln; bei den Wurzel- und Knollengewächsen bestehen sie dagegen aus den kleinen Würzelchen (Rhizomen), welche bei der Herausnahme der Hauptwurzel, resp. Knollen im Boden geblieben sind und den Stengeln nebst Blättern, soweit diese nicht zur Fütterung verwendet werden.

Die Wurzelmengen sind demnach bei den einzelnen Culturpflanzen wesentlich verschieden; ebenso verschieden ist die Art der Wurzelentwickelung und die Zusammensetzung der Wurzeln. Die eine Pflanze schickt ihre Wurzeln in die tieferen Schichten und holt von da einen Theil ihrer Nahrung, die andere entwickelt sich vor allem in der oberen Krume; die eine Pflanze läßt im Boden viel Rückstände — Klee, Raps u. s. w. —, die andere wenig — Kartoffeln, Rüben.

Die über die Menge der Wurzelrückstände und über deren Zusammensetzung vorliegenden Arbeiten sind leider verhältnißmäßig noch nicht zahlreich.

Bei einer Reihe von Arbeiten sind die Wurzelrückstände dem Felde entnommen, bei anderen hat man in künstlichen Bodengemischen in Gefäßen resp. in wässerigen Nährstofflösungen die

Pflanzen sich entwickeln lassen und so die Wurzelrückstände bestimmt.

Die Entnahme der Wurzeln aus dem Felde bietet große Schwierigkeiten dar. Die vollständige Entnahme der Wurzeln ist nicht leicht, ebensowenig die Entfernung der Erde und der fremden Wurzeln von denselben und zwar ohne dabei Verluste an der gesuchten Wurzelmenge zu erleiden.

Ein absolutes Resultat ist leider hier nicht zu erreichen, da Verluste, wenn sie auch bei großer Sorgfalt sehr gering zu machen, doch ganz zu vermeiden unmöglich sind. Indeß erhält man bei der erforderlichen Sorgfalt immer Resultate, welche für den Zweck genügen. Wird aber diese Sorgfalt angewendet, so nehmen diese Untersuchungen sehr viel Zeit und Mühe in Anspruch.

Die Wurzelbestimmungen in künstlichen Bodengemischen sind entschieden leichter ausführbar; ob aber diese Resultate ohne Weiteres volle Geltung für die im Felde gewachsenen Pflanzen haben werden, ist wohl nicht mit Sicherheit anzunehmen, wenigstens liegen voll befriedigende Beweise dafür noch nicht vor.

§ 400.

2. Menge und Beschaffenheit der Ernterückstände.

Die Arbeiten Boussingault's.

Boussingault's Arbeiten erstreckten sich auf Weizen, Hafer und Klee; auf den Hectar berechnet, fand er Folgendes:

	Obertheil		Ernterückstände		Die Ernterückstände enthielten an:	
	frisch kg.	getrocknet kg.	frisch kg.	getrocknet kg.	Stickstoff kg.	Asche kg.
Weizen	1172	1002	700	518	2,1	36,8
Hafer	2031	1608	912	650	2,6	33,1
Klee	2500	1975	2000	1547	27,9	194,9

Bemerkt muß noch werden, daß Boussingault die Ernterückstände bei Weizen und Hafer Stoppel nennt und selbst anführt, daß die Herausnahme derselben, sowie der Wurzeln des Klee's, mit der Hacke geschah.

Die Arbeiten John's.

John fand bei in der Blüthe geernteten Pflanzen, daß von 100 kg. trockener Ernte dem Boden an Rückständen verblieben:

bei Roggen . . . 41,0 kg.
„ Gerste. . . . . 45,8 „
„ Wickhafer . . . 50,8 „
„ Hafer . . . . . 70,8 „
„ Kleegras . . . 114,0 „

Bei Rübsen und Hafer ermittelte John ferner die gesammten Ernterückstände bei der Reife, wobei gleichzeitig das Verhältniß zwischen Ueberstoppel und Ernterückstand bestimmt wurde; die Resultate sind die folgenden:

	Ueberstoppel	Ernterückstand	Summe
Rübsen	4746	1452	6198
Hafer	4788	1658	6448

Ferner bestimmt John bei Roggen und Hafer in 2 verschiedenen Vegetations-Perioden die Erntemasse und die Ernterückstände. Er fand hier:

	Roggen		Hafer	
	22. Mai (in Aehren tretend) kg.	9. Juni (abgeblüht) kg.	18. Juli (abgeblüht) kg.	1. Sept. (gelbreif) kg.
Obertheil	2895	5362	2006	4788
Stoppeln	1036	1100	1980	700
Wurzeln	1471	1106	1135	958

Der Begriff Stoppel ist naturgemäß ein relativer, da die Höhe und somit die Menge derselben je nach den Gegenden wesentlich verschieden ist.

Die Arbeiten von Schubart, Hellriegel und Dietrich.

Die Herausnahme der Wurzeln geschah von Schubart auf Gallentin in Mecklenburg und die Untersuchungen, welche sich auf die Bestimmung des Stickstoffs erstreckten, sind von Hellriegel und Dietrich in Tharand ausgeführt.

Pflanzen und Pflanzentheile, völlig getrocknet	Gewicht einer Pflanze Milligrm.	Gewichtsverhältniß zwischen Kraut und Wurzeln %	Wurzellänge Fuß Zoll	Stickstoff in %
Winterweizen, am 29. Sept. gesäet, am 30. April geerntet:				
Kraut	234	60		3,16
Wurzel	154	40	3′ 2″	2,25
	388			
Winterweizen, Ende October gesäet, geerntet am 26. Apr.:				
Kraut	44	50		—
Wurzel	44	50	2′ 11″	—
	88			
Ders. Weizen, Ernte a. 8. Juni:				
Kraut	1372	78		1,94
Wurzel	374	22	3′ 7½″	1,60
	1746			
Winterroggen, am 16. Sept. gesäet, am 29. Apr. geerntet:				
Kraut	126	66		2,61
Wurzel	64	34	3′ 9″	1,63
	190			
Winterrübsen, am 20. Aug. gesäet und am 26. April geerntet:				
Kraut	966	63		3,69
Wurzel	572	37	3′ 6½″	2,58
	1538			
Winterraps, anfangs August gesäet und am 7. Juni geerntet:				
Kraut	10300	78		—
Wurzel	2979	22	4′ 2″	0,90
	13279			
Gartenerbsen, am 5. April tief gesäet und am 5. Mai geerntet:				
Kraut	77	50		5,89
Wurzel	76	50	10—13½	2,51
	153			

Pflanzen und Pflanzentheile, völlig getrocknet	Gewicht einer Pflanze Milligrm.	Gewichtsverhältniß zwischen Kraut und Wurzeln %	Wurzellänge Fuß Zoll	Stickstoff in %
Gartenerbsen, am 5. April flach gesäet und geerntet am 5. Mai:				
Kraut	120	56		—
Wurzel	92	44	—	—
	212			
Dieselben, geerntet am 6. Juni:				
Kraut	837	76		9,81
Wurzel	260	24	1' 8"—10"	3,10
	1097			
Klee, einjährig, geerntet am 2. April:				
Kraut	308	65		3,75
Wurzel	166	35	3' 6"	3,09
	474			
Klee, zweijährig, am 2. April geerntet:				
Kraut	917	56		—
Wurzel	719	44	3' 10"	2,145
	1636			

Die Arbeiten von Schuhmacher.

Schuhmacher macht in seiner Statik von einer Anzahl von Pflanzen Angaben über die Menge von Rückständen, welche sie bei der Ernte dem Boden zurücklassen. Eine Angabe über die Größe der Ernte des Obertheils fehlt leider.

Nach Schuhmacher verbleiben dem preußischen Morgen an Ernterückständen, auf Trockensubstanz berechnet:

bei	Weizen	300	℔
„	Roggen	350	„
„	Gerste	260	„
„	Hafer	500	„
„	Erbsen	400	„
„	Wicken	350	„
„	Linsen	350	„
„	Pferdebohnen . . .	460	„
„	Winterraps . . .	620	„
„	Sommerraps . . .	450	„
„	Winterrübsen . . .	620	„
„	Sommerrübsen . .	450	„
„	Mais	700	„

bei Kartoffel (Wurzel u. Rhizome)	100 ℔
„ Futterroggen (bei 75 Ctr)	400 „
„ Futterhafer (bei 75 Ctr)	600 „

Die Arbeiten von Fittbogen und Ulbricht. Hafer.

Das Untersuchungs-Material wurde durch Erziehung von Haferpflanzen in Glasgefäßen gewonnen, welche mit gesiebter Gartenerde gefüllt waren; der Bodenconus der Gefäße hatte 16 cm. oberen und 13 cm. unteren Durchmesser bei 58 cm. Höhe. Die Ernte der Pflanzen geschah in 3 Entwickelungsstadien und zwar am 25. August 1863 geschoßt (I), am 13. September, 4 Tage nach Beginn der Blüthe (II) und am 6. November völlige Reife (III). Bei der Ernte wurden Obertheil und Wurzel getrennt, so daß unter Wurzeln nur die wirklichen Wurzeln zu verstehen sind.

Die Resultate, auf 1000 ganze Pflanzen berechnet, sind in den folgenden Tabellen A. und B. zusammengestellt:

	A. Tausend Pflanzen enthalten an Obertheil und Wurzeln:						B. Tausend ganze Pflanzen enthalten:		
	I. Periode		II. Periode		III. Periode				
	Obertheil Grm.	Wurzel Grm.	Obertheil Grm.	Wurzel Grm.	Obertheil Grm.	Wurzel Grm.	I.	II.	III.
Organische Substanz.	1267,63	480,47	1823,19	390,48	2398,88	359,04	1698,10	2213,67	2752,87
Kalkerde	17,88	9,29	28,23	7,19	36,24	10,57	27,17	35,42	46,81
Magnesia	6,37	8,59	10,30	1,87	10,43	1,85	9,96	12,17	12,28
Kali	87,27	24,28	114,75	7,88	116,29	7,23	111,55	122,63	128,52
Natron	3,58	1,73	5,75	2,74	18,68	2,21	5,31	8,49	15,89
Phosphorsäure . . .	23,18	9,85	32,51	5,65	35,19	6,22	33,03	38,16	44,41
Kieselsäure	40,89	25,07	45,22	21,55	58,34	15,39	65,96	66,77	74,73
Asche	228,37	84,53	305,81	69,52	358,17	58,97	307,90	375,33	417,14
Trockensubstanz . . .	1491,0	515,0	2129,0	460,0	2752,0	418,01	2006,0	2589,0	3170,01

Die Arbeiten von E. Heiden, von Gruber und Fritsche.

Die Arbeiten erstreckten sich zunächst auf Roggen, Raps und Klee.

Die Herausnahme der Wurzel geschah mit der allergrößten Sorgfalt vermittelst eines von Heiden zu dem Zwecke construirten Apparates, in den der Boden mit den Pflanzen eingeschlossen wurde. Der Apparat stellt einen Holzkasten in Prismaform mit 3 zusammenbefestigten und einem durch Schrauben fest anzubringenden Brette, von 5 Fuß (sächs.) Länge, 1 Fuß Breite und 4 Fuß Höhe dar, dessen Boden ebenfalls durch Schrauben an den Kasten zu befestigen ist und in Charnieren geht. Bei der Herausnahme wurde zunächst eine möglichst gleich bestandene Ackerfläche eines Schlages des Dominiums ausgesucht, von dieser eine Fläche von 5′ lang und 1′ breit in der Form des Kastens 4′ tief frei gelegt, dann der Kasten mit seinen 3 festen Brettern umgelegt und sobald diese genau paßten, die 4. Seite nachgepaßt und darauf das betreffende Brett fest angeschraubt. War dies geschehen, so wurde mit einem langen Messer die Erde am Boden durchschnitten, soweit erforderlich weggeschafft und der Boden in die starken eisernen Charniere eingeschoben. Hierauf die so fest eingeschlossene Erdmasse mit Hülfe von 2—4 Pferden ausgehoben, an den Teich gebracht, die 4. Seite und der Boden von dem Kasten entfernt und dann, nachdem noch die abgenommene Seite unter die breite Seite des Kastens geschoben und ein durchlöcherter Boden eingesetzt war, mit einer Gießkanne langsam und vorsichtig die Erde von den Wurzeln abgespült. War die Erde möglichst auf diese Weise entfernt, so erfolgte das Auslesen der fremden Bestandtheile (Unkrautwurzeln, Miststückchen 2c.) aufs sorgfältigste. Die ganze Arbeit, bis die chemische Untersuchung beginnen konnte, dauerte in der Regel 6—7 Tage, da das Auslesen sehr viel Zeit in Anspruch nahm. Der hiesige Boden ist ein mittelschwerer Lehmboden, was die Arbeit erschwerte.

Die Herausnahme geschah bei Roggen und Klee vor dem Schossen, schossend, in der Blüthe und Reife, beim Raps in der Blüthe und Reife.

Auf der folgenden Tabelle repräsentiren die angeführten Zahlen die sandfreie Ernte. Ferner ist aus der in den einzelnen Vegetations-Perioden gefundenen Pflanzenzahl das Mittel gezogen und diese Zahl der späteren Berechnung auf den Hectar zu Grunde gelegt worden. Der Referent glaubte dadurch eine bessere Grundlage für die Berechnung der Ergebnisse auf den Hectar zu erhalten, da nie auf einem bestimmten Stücke Land dieselbe Anzahl Pflanzen vorhanden sein werden.

Die Resultate der Entnahme zeigt Tabelle A.

Tabelle A.

Name und Entwicklungsgrad der Pflanzen	Zahl der Pflanzen pro 5 Quadratfuß (sächs.)	Gewicht der Ernte pro 5 Quadratfuß an Obertheil Grm.	Gewicht der Ernte pro 5 Quadratfuß an Wurzeln Grm.	Durchschnittliche Länge des Obertheils Ctm.	Durchschnittliche Länge der Wurzeln Ctm.	Gewicht des Obertheils einer Pflanze Grm.	Gewicht der Wurzeln einer Pflanze Grm.	Verhältniß zwischen Wurzeln und Obertheil
Roggen:								
Vor dem Schossen	161	80,9	48,7	66,0	26,5	0,502	0,308	1 : 1,66
Geschoßt	198	210,5	46,5	85,5	34,2	1,063	0,235	1 : 4,52
Blüthe	165	236,8	40,3	146,4	30,2	1,435	0,244	1 : 5,88
Reife	159	400,0	29,5	169,8	33,0	2,528	0,186	1 : 13,59
Mittel . . .	171							
Raps:								
Blüthe	56	?	68,3	119,2	41,5	?	1,219	?
Reife	42	596,8	39,7	125,6	62,5	14,258	0,945	1 : 15,09
Mittel . . .	49							
Klee:								
Vor der Knospung	146	81,5	51,9	26,0	70,9	0,558	0,355	1 : 1,57
Knospung	212	199,0	106,6	52,0	63,7	0,939	0,503	1 : 1,87
Blüthe	216	228,4	98,2	58,4	58,0	1,058	0,455	1 : 2,33
Reife	111	163,0	110,1	62,5	59,8	1,469	0,992	1 : 1,48
Mittel . . .	171							

Bemerkt sei noch, daß unter Ernterückstand nur die Wurzeln verstanden sind, nicht aber auch die sogen. Stoppeln, da die Höhe und somit die Menge der auf dem Felde verbleibenden Stoppeln je nach den Gegenden 2c. eine sehr verschiedene ist. Aus diesem Grunde konnte nur eine Trennung zwischen Obertheil und Wurzel als correct angesehen werden.

Die vollständige Entfernung der anhängenden Erde war trotz aller angewandten Mühe nicht zu ermöglichen; dies zeigte sich später beim Zerkleinern der Massen auf einer Mühle dadurch störend, daß durch dieselbe der Stahl angegriffen und so Eisen von der Mühle in die zerkleinerte Masse kam. Durch diesen Umstand wurde durch die Analyse eine größere Menge Eisenoxyd gefunden, als in den betreffenden Pflanzentheilen vorhanden sein konnte. Da nun das Eisen in keiner Weise als ein wichtiger Bestandtheil der Pflanzenaschen angesehen werden kann, weil die Menge desselben stets nur eine geringe ist, so ist bei der Berechnung der Resultate der Analysen das Eisen ganz in Abzug gebracht worden. Die jetzt folgenden analytischen Resultate sind deshalb nach Abzug des Eisens auf 100 berechnet; dieselben sind von dem Verfasser in den folgenden Tabellen B, C und D zusammengestellt.

Tabelle B.

	Oberirdischer Theil				Wurzeln			
	Vor dem Schossen	Geschoßt	Blüthe	Reife	Vor dem Schossen	Geschoßt	Blüthe	Reife
1. Roggen:								
Organische Substanz	91,72	94,14	95,87	97,21	85,22	89,54	85,77	86,22
Stickstoff in derselben . . .	2,69	2,42	1,42	1,27	2,90	2,69	2,11	1,69
Asche	8,28	5,86	4,13	2,79	14,78	10,46	14,23	13,78
Kalkerde . . .	8,76	11,73	14,92	16,42	11,32	12,27	8,76	11,86
Magnesia . . .	3,51	5,08	6,57	8,56	5,65	6,32	4,92	6,16
Kali	34,51	40,05	42,43	37,02	10,52	13,15	10,67	7,88
Natron	10,54	1,78	3,46	2,06	2,95	4,20	4,51	1,23
Phosphorsäure .	9,34	10,07	12,41	19,48	6,93	12,52	6,08	6,53
Schwefelsäure .	4,76	4,32	4,61	5,99	4,38	7,09	7,42	3,70
Kieselsäure . .	24,92	17,58	9,60	7,90	57,06	43,91	57,63	62,64
Chlor	2,71	6,55	7,75	3,32	1,53	0,69	—	—
Kohlensäure . .	1,53	4,32	—	—	—	—	—	—

Tabelle C.

	Oberirdischer Theil				Wurzeln			
	Vor dem Schossen	Geschoßt	Blüthe	Reife	Vor dem Schossen	Geschoßt	Blüthe	Reife
2. Raps:								
Organische Substanz	—	—	—	89,67	—	—	90,07	88,65
Stickstoff in derselben	—	—	—	1,62	—	—	3,94	2,66
Asche	—	—	—	10,33	—	—	9,98	11,35
Kalkerde	—	—	—	25,04	—	—	13,54	26,99
Magnesia	—	—	—	6,15	—	—	4,51	4,47
Kali	—	—	—	24,66	—	—	36,39	14,04
Natron	—	—	—	4,01	—	—	1,68	8,32
Phosphorsäure	—	—	—	9,85	—	—	16,49	6,54
Schwefelsäure	—	—	—	6,69	—	—	9,99	7,16
Kieselsäure	—	—	—	3,68	—	—	13,02	26,33
Chlor	—	—	—	5,52	—	—	3,26	4,18
Kohlensäure	—	—	—	15,64	—	—	1,15	2,86

Tabelle D.

	Oberirdischer Theil				Wurzeln			
	Vor der Knospung	Knospung	Volle Blüthe	Reife	Vor der Knospung	Knospung	Volle Blüthe	Reife
3. Klee.								
Organische Substanz	87,08	91,89	92,49	85,91	88,36	90,54	90,01	90,91
Stickstoff in derselben	4,50	3,51	3,20	3,04	3,76	3,58	3,10	3,25
Asche	12,92	8,11	7,51	14,09	11,64	9,46	9,99	9,09
Kalkerde	19,83	26,79	31,26	32,29	13,58	14,71	15,56	16,61
Magnesia	6,40	9,75	10,71	11,47	10,83	11,39	6,41	5,38
Kali	28,56	25,18	15,11	12,52	17,37	14,79	16,35	10,51
Natron	4,69	4,42	4,09	4,09	3,96	3,78	5,01	9,34
Phosphorsäure	5,42	7,46	7,11	7,28	6,83	8,87	9,94	13,00
Schwefelsäure	4,90	2,35	4,74	5,69	16,23	15,78	14,30	12,95
Kieselsäure	19,12	7,23	9,33	12,10	28,42	29,27	31,30	30,98
Chlor	3,73	4,39	2,91	3,19	3,66	1,83	1,48	1,63
Kohlensäure	8,19	13,40	15,40	12,10	—	—	—	—

Auf den folgenden Tabellen sind mit Hülfe der Ernte-Resultate auf Tabelle A. und der gefundenen analytischen Zahlen die einem Hectare durch die Ernte entzogene Menge von Pflanzennährstoffen und die denselben in den Wurzeln verbleibenden berechnet.

Da Roggen und Raps selten anders als reif geerntet werden, so ist für diese Pflanzen die Rechnung nur für die reifen Pflanzen durchgeführt worden.

1. Roggen.

	Ernte pro Hectar an	
	Obertheil ℔	Wurzeln ℔
Zahl der Pflanzen	4270212	
Reine Pflanzenmasse	21441,0	1585,0
Stickstoff derselben	272,3	26,8
Aschenmenge derselben	598,2	218,4
Die Asche besteht aus:		
Kalkerde	98,2	25,9
Magnesia	51,2	13,4
Kali	221,4	17,2
Natron	12,3	2,7
Phosphorsäure	116,5	14,2
Schwefelsäure	35,8	8,1
Kieselsäure	47,3	136,6
Chlor	19,9	—

2. Raps.

	Ernte pro Hectar an	
	Obertheil ℔	Wurzeln ℔
Zahl der geernteten Pflanzen	1223628	
Reine Trockensubstanz	34895	2318
Stickstoff derselben	565,3	61,5
Aschenmenge derselben	3604,0	262,5
Die Asche besteht aus:		
Kalkerde	912,7	70,8
Magnesia	221,7	11,7
Kali	889,0	36,9
Natron	144,6	21,8
Phosphorsäure	355,1	17,2
Schwefelsäure	241,2	18,8
Kieselsäure	132,7	69,1
Chlor	199,0	11,0
Kohlensäure	563,8	7,5

3. Klee.

a. Obertheil.

	Ernte pro Hectare			
	Vor der Knospung K	Knospung K	Volle Blüthe K	Reife K
Zahl der geernteten Pflanzen	4270212			
Reine Trockensubstanz	4765,6	8033,2	9024,5	12548,9
Stickstoff derselben	214,5	282,0	288,8	381,5
Asche derselben	615,7	651,5	677,7	1768,1
Die Asche besteht aus:				
Kalkerde	122,1	174,5	211,8	570,9
Magnesia	39,4	63,5	72,6	202,8
Kali	175,8	164,0	102,4	221,4
Natron	28,9	28,8	27,7	72,3
Phosphorsäure	33,4	48,6	48,2	128,7
Schwefelsäure	30,2	15,3	32,1	100,6
Kieselsäure	117,7	47,1	63,2	213,9
Chlor	22,9	28,6	19,7	56,4
Kohlensäure	· 50,4	87,3	104,4	213,9

3. Klee.

b. Wurzel.

	Ernte pro Hectare			
	Vor der Knespung K	Knosrung K	Volle Blüthe K	Reife K
Zohl der geernteten Pflanzen	4270212			
Reine Trockensubstanz	3031,6	4238,1	3851,1	8469,6
Stickstoff derselben	114,0	151,7	119,4	275,3
Asche derselben	352,9	400,9	384,7	769,9
Die Asche besteht aus:				
Kalkerde	47,7	59,0	59,9	127,9
Magnesia	38,2	45,7	24,7	41,4
Kali	61,3	59,3	63,9	80,9
Natron	14,0	15,2	19,3	71,9
Phosphorsäure	24,1	35,6	38,2	100,1
Schwefelsäure	57,3	63,3	55,0	99,7
Kieselsäure	100,3	117,3	120,4	238,1
Chlor	12,9	7,4	5,7	12,5

Die Arbeiten von Fr. Nobbe.

Nobbe zog das Thimotheegras (Phleum pratense) in Wassercultur und erhielt bei normaler Entwickelung der Pflanzen — die producirte Pflanzenmasse mit den Wurzeln war das 87700fache und ohne Wurzeln das 76600fache Gewicht eines Saatkorns — im Mittel von 7 2jährigen Pflanzen:

	lufttrocken:	bei 100° C. getrocknet:
	Grm.	Grm.
an Körnern	1,02	0,897
an entkörnten Aehren . .	1,58	1,409
an Halmen	27,56	24,026
an Wurzeln	5,78	4,988
hiernach Gesammternte .	35,94	31,315
und Verhältniß zwischen Wurzeln und Obertheil	1:5,22	1:5,29

Eine einjährige Pflanze enthielt an Trockensubstanz:

an Halmen und Aehren . . .	13,142 Grm.
an Wurzeln	4,095 "
	17,237 Grm.
Verhältniß zwischen Wurzeln u. Obertheil	1:3,21

Die Vergleichung der Wurzelmengen der ein- und zweijährigen Pflanzen zeigt, daß das zweite Jahr interessanter Weise die Wurzeln verhältnißmäßig wenig an Gewicht mehr zu nehmen.

Die Arbeiten von A. Hosaeus.

Hosaeus säete die betreffenden Samen in Blumentöpfe von circa 7 Zoll Höhe und gleicher Breite am oberen Rande, welche mit guter, gesiebter Gartenerde gefüllt waren.

Die Resultate sind die folgenden:

	Obertheil: lufttrocken	Wurzel:	Summa:	Verhältniß zwischen Wurzeln u. Obertheil:
Bei einem Gemenge von Poa pratensis (Wiesen-Rispen-Gras), Festuca elatior (hoher Schwingel) und Bromus pratensis (Wiesen-Trespe)	10,0	10,2	20,2	1:1
Serradella (8 Pflanzen) . .	1,2	0,9	2,1	1:1,3
Potatoe-Hafer (3 Pflanzen) .	21,5	4,8	26,3	1:4,4
Gabelhafer (3 Pflanzen) . .	74,0	10,4	84,4	1:7,1
Weißer australischer Hafer (3 Pflanzen)	41,0	5,0	46,0	1:8,2
Gerste (3 Pflanzen). . . .	32,0	4,0	36,0	1:8,0
Gewöhnliche gelbe Felderbse (2 Pflanzen)	26,0	2,5	28,5	1:10,4
Kartoffeln (1 Pflanze) [1]) . .	28,0	3,0	31,0	1:9,3

[1]) und Knollen: 360 Grm. frisch.

Ferner liegen von Hosaeus Wurzelbestimmungen von Gerste und Rüben vor, bei welchen die Frage beantwortet werden sollte, ob und in wie weit die physikalischen Eigenschaften eines Bodens von Einfluß auf die Bewurzelung dieser Pflanzen sind?

Auf der Seite 894 und 895 folgenden Tabelle sind die zur Kennzeichnung der physikalischen Eigenschaften der betreffenden Böden ausgeführten Bestimmungen zusammengestellt.

Der Quarzsandboden und der rothe Thonboden sind als fruchtbarer Getreideboden erster Klasse, der Aueboden als fruchtbarer Ackerboden erster Klasse und der Grundschuttgeländeboden als fruchtbarer Boden erster Klasse bezeichnet; beim schweren weißgrauen Thonboden und dem unkultivirten Boden fehlt eine derartige Bezeichnung.

Diese Böden, gesiebt, dienten zur Füllung von je 6 Blumentöpfen, welche je circa 6—8 ℔ trockener Erde faßten und circa 10 Zoll hoch waren; nach gehöriger Befeuchtung wurde jeder Topf ohne weitere Düngung mit 4 ausgewählten, gleich schweren Gerstenkörnern bestellt. Die Töpfe wurden darauf bis an den Rand in dem Versuchsgarten eingegraben. Die Vegetation war in allen Töpfen eine nahezu gleichmäßige. Die durchschnittliche Höhe der Pflanzen zur Zeit der Ernte war 1$^{3}/_{4}$ Fuß. Die einzelnen Theile, besonders die Aehren, waren entsprechend normal ausgebildet. Eine Verschiedenheit der Wurzelsysteme der in verschiedenen Bodenarten gewachsenen Pflanzen war nicht zu bemerken.

Die lufttrockene Wurzelmasse von 4 Pflanzen wog:

aus Sandboden	6,03	Grm.
„ rothem Thon	6,74	„
„ weißem Thon	6,00	„
„ Aueboden	6,23	„
„ Grundschuttgelände . .	6,40	„
„ Kalkboden.	5,98	„

Aus diesen Resultaten ist der Schluß zu ziehen, daß die verschiedenen benutzten Böden auf das Gewicht der Wurzelmasse keinen Einfluß gehabt haben, woraus zu folgen scheint, daß die physikalischen Bodeneigenschaften auf die Wurzelentwickelung ohne bemerkenswerthen Einfluß sind.

Zu den Versuchen mit Futterrüben dienten Holzrahmen ohne Boden, aus starken Bohlen, 27 Kubikfuß haltend, 3 Fuß hoch und 9 Quadrat-Fuß lichter Weite, deren 4 Wände durch starke, eiserne Scharniere der Art verbunden waren, daß sich durch Ausschlagen der letzteren die 4 Wände leicht trennen ließen. Je ein solcher Kasten wurde mit den Böden Nr. I, II, IV und V gefüllt. Die 4 Böden wurden mit je 1 ℔ Phosphat, 1 ℔ Kali und $^{1}/_{4}$ ℔ Natronsalpeter gedüngt. Jeder Kasten erhielt am 6. Juni 4 Rübenstecklinge und wurde gut begossen, um die Anwurzelung zu erleichtern. Die Ernte erfolgte am 8. October. Der Sommer war im allgemeinen trocken und heiß gewesen. Die Ernte ergab:

	4 Rüben:	Wurzeln von 4 Rüben:	
Kasten I. . .	11$^{1}/_{2}$ ℔	40,2 Grm.	Wurzel zum Rübenkörper = 1 : 142
„ II. . .	11 „	40,0 „	
„ III. . .	12 „	41,3 „	
„ IV. . .	11$^{1}/_{2}$ „	39,8 „	

Wie das Gewicht der Rüben — die Blätter sind nicht bestimmt — so differirt auch das der Wurzeln wenig, so daß dieser Versuch betreffs der

Bezeichnung der Bodenarten.	Die Schlämm-Analyse ergab:			Kohlensaurer Kalk	Wassergehalt der lufttrockenen Erden	Specifisches Gewicht	100 Grm. lufttrockener Erde absorbiren:		
	Feinthonige Theile	Staubfeinen Sand	Streusand				Kali	Phosphorsäure	Ammoniak
	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.	p. Ct.		Grm.	Grm.	Grm.
Quarzsandboden . .	16,6	6,6	76,8	0,45	1,2	1,300	0,134	0,0137	0,408
Rother Thonboden .	40,0	26,6	33,4	1,20	3,7	1,250	0,161	0,0962	0,317
Weißgrauer Thonboden	63,0	20,0	17,0	2,60	3,5	1,250	0,147	0,0550	0,317
Aueboden aus dem Saalthale	56,0	28,4	15,0	27,00	2,5	1,080	0,213	0,0825	0,385
Grundschuttgelände .	50,0	33,4	16,6	3,00	3,5	1,155	0,209	0,0962	0,354
Uncultivirter Kalkboden	26,6	23,4	50,0	68,70	2,7	1,005	0,168	0,0962	0,408

Wasserhaltende Kraft:		Wasserverdunstung:		Eindringen des Regenwassers. Eine Wasserschicht von 22 Centimeter Höhe		Absortpion von Sonnenwärme. Bei einer Temperatur von 44° an der Oberfläche der Erde zeigte ein 13 Centimeter tief eingesenktes Thermometer:			Leistungsfähigkeit für Wärme: bedurfte	
	Zur vollen Sättigung waren erforderlich:	Am 11. Juni gegebenes Wasser	Am 7. September noch vorhandenes Wasser	bedurfte zum Verschwinden von der Bodenoberfläche	drang ein bis zu einer Tiefe von	nach 1stündigem Stehen an der Sonne	nach 2stündigem Stehen an der Sonne	in der mit Wasser gesättigten Erde nach 2stündigem Stehen an der Sonne	Zu einer Erwärmung auf 60° C.	Zur Erkaltung bis auf die Zimmertemperatur
p. Ct.	Stunden	Grm.	Grm.	Min.	Cm.	° C.	° C.	° C.	Min.	Min.
31,7	1½	88	4	3	11	28	30	35	25	100
35,7	4	115	15	6	9	25	30	30	30	125
36,2	7	103	15	18	8	25	29	30	25	150
43,5	1½	124	9	2	12	28	30	30	30	130
38,4	1	111	13	2½	12	27	30	29	30	135
42,1	2	120	9	5	9	27	27	26	?	?

Runkelrüben dasselbe Resultat ergeben hat, als mit der Gerste: die Bewurzelung und die Höhe des Ernteertrages ist von den physikalischen Bodeneigenschaften unabhängig.

Bei 13000 Rüben pro Morgen ergiebt sich hieraus ein Wurzelrückstand von circa 260 ℔, während 600000 Gerstenpflanzen pro Morgen einen solchen von 1800 ℔ zurücklassen.

Zoeller hat dagegen bei Bohnen gefunden, daß in einem specifisch schwereren Boden sich die Wurzeln in geringerer Anzahl aber derber ausbilden, als in einem specifisch leichteren. Zahlenangaben liegen nicht vor.

Aus den Versuchen mit rohem Torf, $^1/_4$, $^1/_2$ und $^1/_1$ gesättigtem Torf, Zöller's geht hervor, daß in einem reicheren Boden die Wurzelentwickelung eine größere, als in einem geringeren ist.

Es wurde bei Bohnen erhalten:

	Roher Torf Grm.	$^1/_4$ gesättigt Grm.	$^1/_2$ gesättigt Grm.	$^1/_1$ gesättigt Grm.
Obertheil	17,355	92,308	120,424	164,615
Wurzeln	3,063	25,411	36,368	58,399
Gesammternte	20,418	117,719	156,792	223,014
Verhältniß der Wurzeln zum Obertheil	1 : 5,67	1 : 3,65	1 : 3,31	1 : 2,82

Die Arbeiten von H. Thiel.

Thiel stellte seine Versuche in Röhren und in freiem Felde an. Ohne hier auf die interessanten Angaben über die durch Messung erhaltenen Längsentwickelungen u. s. w. der Wurzeln einzugehen, mögen nur die Zahlenangaben über die Menge der Wurzeln Platz finden. Thiel arbeitete mit Rothklee, Taback, Hafer, Mais und Flachs.

Bei den in Röhren, welche 0,62 resp. 1,22 Meter lang und 0,21 Meter Durchmesser hatten, gezogenen Pflanzen ergab sich:

a. beim Rothklee.

Trockengewicht der Wurzeln in der Schicht von der Oberfläche

bis zu 0,60 Meter Tiefe	13,46 Grm.	Hauptwurzeln
	13,28 „	Nebenwurzeln
von 0,60—0,90 Meter Tiefe	1,21 „	
„ 0,90—1,22 „ „	0,74 „	
Summe	28,69 Grm.	

b. beim Tabak:

Trockengewicht der Wurzeln in der Schicht von der Oberfläche

bis zu 0,25	Meter	Tiefe:	Hauptwurzel	7,36	Nebenwurzel	2,11	Grm.
von 0,25—0,60	"	"	"	2,47	"	0,27	"
" 0,60—0,85	"	"	"	—	"	0,68	"
" 0,85—1,22	"	"	"	—	"	0,43	"
			Hauptwurzel	9,83	Nebenwurzel	3,49	Grm.
				13,32 Grm.			

c. beim Hafer:

Trockengewicht der Wurzeln in einer Schicht von der Oberfläche

bis zu 0,25 Meter Tiefe . .	6,78	Grm.
von 0,25—0,62 " " . .	1,85	"
" 0,62—0,82 " " . .	0,92	"
" 0,82—0,97 " " . .	0,53	"
" 0,97—1,22 " " . .	0,76	"
	10,34	Grm.

d. beim Mais:

Die Maispflanzen waren, was zu betonen ist, in Folge ungünstiger Witterung von schwächlicher Entwickelung.

Trockengewicht der Wurzeln in einer Schicht von der Oberfläche

	1. Pflanze:	2. Pflanze:
bis zu 0,38 Meter Tiefe . .	7,84 Grm.	7,39 Grm.
von 0,38—0,60 " " . .	2,08 "	2,31 "
" 0,60—0,90 " " . .	1,57 "	0,46 "
" 0,90—1,22 " " . .	0,50 "	0,15 "
	11,99 Grm.	10,31 Grm.

e. beim Flachs:

Trockengewicht der Wurzelmenge von der Oberfläche

bis zu 0,15 Meter Tiefe . .	4,62	Grm.
von 0,15—0,30 " " . .	1,98	"
" 0,30—0,375 " " . .	1,12	"
" 0,375—0,45 " " . .	0,66	"
	8,38	Grm.

Bei den dem Felde entnommenen Pflanzen haben nur die Messungen, aber keine Wägungen stattgefunden.

Diese Untersuchungen ergeben, daß die Hauptmenge der Wurzeln in der oberen 20—25 Ctm. tiefen Bodenschicht der Ackerkrume enthalten ist.

Die Arbeiten von R. Heinrich.

Die in Kästen von 4 Meter Höhe, welche mit gesiebter guter Gartenerde gefüllt waren, eingesäeten Samen von Gerste, Hafer und Erbsen — jede Pflanze in einem besonderen Kasten — ergaben, als die Pflanzen zu bleichen begannen:

	Obertheil ohne Samen	lufttrockene Wurzeln:
Hafer	61,5	43,75
Gerste	76,5	27,50
Erbsen.	31,5 (mit Samen)	6,00

Die soeben besprochenen Resultate sind wegen der Verschiedenheit der Anstellung der Versuche sehr schwer zu bestimmten in Zahlen ausdrückbaren Schlußfolgerungen zu vereinigen. Aus der Zusammenstellung der vorliegenden Versuche läßt sich indeß das Folgende als richtig hinstellen:

1. Die Menge und Beschaffenheit der bei den Ernten dem Boden verbleibenden Rückstände ist bei den einzelnen Kulturpflanzen eine sehr differirende.

2. Die Wurzelrückstände sind für die Fruchtfolge sehr wichtig.

3. Die Rückstände der Leguminosen sind meistens ungleich bedeutender und daher für die nächste Frucht wesentlicher als die der anderen Anbaupflanzen.

4. Die Rückstände der Cerealien, wenn auch in der Menge im Allgemeinen geringer als die der Leguminosen, sind doch wesentlich bedeutender, als allgemein angenommen wird.

5. Auch die Wurzelrückstände der Wurzel- und Hackfrüchte, wenn auch bedeutend hinter den der anderen Culturpflanzen zurückstehend, sind doch nicht so gering, wie allgemein angenommen wird.

6. Die größere Menge der Rückstände befindet sich in der Ackerkrume und zwar in der Schicht von der Oberfläche bis 20, resp. 25 Ctm.

7. Ein Theil der Wurzel der Leguminosen und Cerealien geht in die tieferen Schichten des Bodens und entzieht daher auch ihre Nahrung zum Theil dem Untergrunde.

8. Die in den Wurzeln vorhandenen Nährstoffe entstammen somit zunächst der Ackerkrume selbst, dann aber auch den tieferen Bodenschichten und ferner der atmosphärischen Luft.

Anmerkung. Ich verweise ferner auf die höchst interessanten Arbeiten H. Hellriegel's, welche derselbe in seinem Werke: Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen der Ackerbauer. 1883, p. 118 bis 268 niedergelegt hat und die ich zu meinem größten Bedauern hier im Auszuge nicht wiedergeben kann.

§ 401.

3. Wirkung der Ernterückstände.

a. Absolute Bereicherung an Kohlenstoff (Stickstoff).

Die Ernterückstände bestehen, wie alle Pflanzentheile, aus organischen und unorganischen Stoffen, von denen die letzteren vollständig aus dem Boden stammen. Anders ist es dagegen bei den organischen Bestandtheilen, von diesen ist der Kohlenstoff zum größten Theil der Atmosphäre entnommen; ein Gleiches gilt, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, vom Stickstoff. Durch die Ernterückstände wird somit der Boden absolut an Kohlenstoff und auch an Stickstoff bereichert. Es ist weder beim Kohlenstoff, noch beim Stickstoff anzugeben, wie viel von beiden direct der Atmosphäre und wie viel dem Boden entnommen ist; beim Stickstoff kann hier ferner nur derjenige in Betracht kommen, welcher aus der Luft von den Blättern aufgenommen ist. Daß die Blätter kohlensaures Ammoniak aus der Luft assimiliren können, ist im I. Bande p. 145 u. f. dargethan, wir haben aber dort p. 151 zu zeigen versucht, daß die Menge dieses Stickstoffs nur eine kleine sein kann.*)

Im I. Bd. ist ferner kurz auf die Bedeutung der Kohlenstoffbereicherung für Boden und Pflanze hingewiesen worden. Die Rückstände zersetzen sich theilweise ziemlich schnell und liefern Humus, welcher, wie im I. Bd. p. 58 u. f. gezeigt ist, für die physikalischen Eigenschaften des Bodens von großer Bedeutung ist. Bei der weiteren Zersetzung des Humus entsteht aus dem Kohlenstoff desselben Kohlensäure, welche sowohl als direkte Kohlenstoffquelle der Pflanze, sowie als Lösungsmittel der Bodenbestandtheile äußerst wichtig ist. Im I. Bd. ist zwar dargethan worden, daß die Kohlensäure der atmosphärischen Luft vollständig ausreicht, um die Pflanzen mit dem ihnen nothwendigen Kohlenstoff zu versehen, außerdem ist daselbst aber zu zeigen versucht worden, daß für unsere Kulturpflanzen, bei welchen in einer bestimmten Zeit ein Maximum an Masse gebildet werden soll, eine Aufnahme von Kohlensäure durch die Wurzeln entschieden nothwendig ist. Die Menge von Kohlensäure, welche die Pflanzen durch die Wurzeln aufnehmen müssen, ist bei den einzelnen Pflanzenfamilien, je nach der Art

*) Die neuesten Forschungen über die Stickstoffquellen der Leguminosen lassen den fast sicheren Schluß zu, daß dieselben auch freien Stickstoff verarbeiten können (Hellriegel).

ihrer Blattentwickelung verschieden. Die Cerealien müssen für eine kräftige Entwickelung mehr Kohlensäure durch die Wurzeln erhalten können, als die Leguminosen, Cruciferen, Wurzel- und Knollengewächse u. s. w.

Die Wurzelrückstände liefern also dem Boden Material für die Humuserzeugung, von dem ein bedeutender Theil des Kohlenstoffs direct aus der Atmosphäre stammt, und bereichern ihn an Humus mit dessen günstigen Wirkungen für Boden und Pflanze.

§ 402.

b. Relative Bereicherung an Stickstoff und Aschenbestandtheilen auf Kosten des Untergrundes.

Die ferner in den Ernterückständen enthaltenen Stoffe, der Stickstoff und die Aschenbestandtheile, welche aus dem Boden stammen, bilden natürlich für denselben keine absolute Bereicherung. Nichtsdestoweniger sind sie in anderer Weise ebenfalls als eine Quelle für die Bereicherung des Bodens anzusehen. Wie schon angegeben, geht ihre Zersetzung wenigstens theilweise ziemlich schnell vor sich; hierdurch werden die in ihnen enthaltenen Stoffe frei und für die Pflanze assimilirbar. Da nun je nach den Pflanzen die Wurzel tiefer oder weniger tief in den Boden eindringen, die Wurzel ihre Nahrung also aus tieferen oder weniger tiefen Schichten holen, ferner aber auch bei den Pflanzen, deren Wurzel das Vermögen besitzen, tief zu gehen, doch die Hauptmenge derselben, wie die im vorvorigen Paragraphen mitgetheilten Arbeiten zeigen, sich in der oberen Krume befinden, so findet also mehr oder weniger durch die Ernterückstände eine Bereicherung der Ackerkrume an Stickstoff und Aschenbestandtheilen auf Kosten des Untergrundes statt.

Der Boden wird somit durch die Wurzelrückstände an assimilirbaren Pflanzennährstoffen und die Ackerkrume auf Kosten des Untergrundes absolut bereichert.

§ 403.

4. Bedeutung der Ernterückstände für die physikalische Verbesserung des Bodens.

Die Wurzeln durchziehen den Boden nach allen Richtungen hin und durcharbeiten ihn so, wie es das Ackergeräth nicht im Stande ist. Bei der Zersetzung der Wurzeln verbleiben in der

Ackererde zunächst noch die Röhren und Röhrchen, welche von den Wurzeln gemacht und eingenommen sind. Durch diese Oeffnungen tritt die Luft bequem ein und vermag so ihre schon mehrfach erörterten günstigen Wirkungen auf die Bodenbestandtheile auszuüben. Zugleich kann das Wasser durch diese Oeffnungen leichter in den Boden eindringen, und auch leichter durch die Ackerkrume in den Untergrund gelangen.

v. Rosenberg-Lipinsky sagt in seinem praktischen Ackerbau hierüber: „Die Wurzeln schreiten in ihrer Längenbildung nicht blos sehr langsam vor, folglich nur sehr allmählich und nicht mit der stürmischen Gewalt unserer Ackerwerkzeuge, durchfurchen, lockern und mürben das Land, sondern werden auch durch die ihnen abdunstende und das Erdreich mürbende Feuchtigkeit und Wärme bei dieser Arbeit wesentlich unterstützt."

„Die Wurzeln geben zugleich Leiter für die atmosphärische Luft in die des Erdreichs ab."

„Mit Hilfe des Vergrößerungsglases erstaunt man über die Unzahl der offenen Kanäle bis zur engsten Dimension. Diese offenen Röhrgänge sind die Bohrlöcher, welche Pfahlwurzeln der edleren und wilden Pflanzen während ihrer Lebensdauer in den Boden treiben und die, nach dem Absterben und Verwesen der Wurzeln, in ihren Wandungen so lange erhalten bleiben, als dieselben nicht durch äußere Einflüsse zerstört werden. — Je stärker die Pfahlwurzeln waren, desto größere Dimensionen zeigen die Röhrgänge; sie sind wesentliche Vermittler des verstärkten Zutritts der Atmosphäre in größere Bodentiefe und zwar um so mehr, weil sie, als natürliche Abzugskanäle, das überschüssige Wasser rasch in größere Tiefe versenken. Sie sind die Drainage der sorgsamen Natur!"

§ 404.

5. Bedeutung der Ernterückstände für die Fruchtfolge.

Bei der Folge der Feldfrüchte aufeinander ist es sicherlich von Bedeutung, ob solche hintereinander kommen, welche dem Boden viele Rückstände, oder solche, welche ihm nur wenige hinterlassen, oder ob die Pflanzen in der Weise folgen, daß eine mit wenigen Rückständen einer solchen vorausgeht, welche viel an denselben dem Boden einverleibt u. s. w.

Bei einer rationellen Fruchtfolge ist somit entschieden auf die Quantität der Ernterückstände Rücksicht zu nehmen und die-

selben mit einem nicht unwichtigen Faktor bei der Aufstellung derselben spielen zu lassen und zwar in der Weise, daß man, soweit es die anderweitigen Verhältnisse gestatten, eine Pflanze mit größeren Ernterückständen auf eine mit wenigeren oder umgekehrt nimmt.

Viele Landwirthe sagen vom Klee, daß er den Boden bereichere, worin diese Bereicherung besteht, ist vorher dargelegt worden. Der Klee ist eine Pflanze mit bedeutenden Wurzelrückständen, welche im Boden die vorher beschriebenen Wirkungen hervorrufen.

Die Wurzelgewächse hinterlassen dem Boden dagegen, sobald die Blätter zur Fütterung benutzt werden, nur wenig Rückstände. Läßt man nun Wurzelgewächse mehrfach hintereinander folgen, so zeigt sich bald der Einfluß dieses Verfahrens auf den Boden. Derselbe wird humusärmer, da direct und indirect dem Boden durch die Pflanzen mehr Kohlenstoff entzogen, als ihm durch die Rückstände zurückgegeben wird.

Ein intelligenter Landwirth, welcher auf dem Boden eines abgelassenen Teiches mehrere Jahre hintereinander Rüben gebaut hatte, sagte mir, daß die Farbe desselben eine hellere geworden sei. Diese Thatsache, wenn auch das Auge in dieser Beziehung leicht getäuscht werden kann, erklärt sich aus dem oben Gesagten.

6. Die Blätter und Stengel der Kartoffeln und Wurzelgewächse.

§ 405.

a. Das Kartoffelkraut.

In der Regel bleibt das Kartoffelkraut vollständig auf dem Felde zurück.

Die elementare Zusammensetzung des frischen Krautes ist nach Boussingault die folgende:

	getrocknet:	frisch:
Wasser	—	75,80
Kohlenstoff	44,8	12,05
Wasserstoff	5,1	1,23
Sauerstoff	30,5	7,38
Stickstoff	2,3	0,55
Asche	17,8	4,11

Victor hat die Zusammensetzung des reifen Krautes wie folgt gefunden:

Wasser	4,60
Stickstoffhaltige Substanz	9,57
Lösliche stickstofffreie Stoffe	33,01
Fett und Harz	3,62
Cellulose	36,65
Asche	12,55
	100,00

Die Zusammensetzung der Asche ist bereits im I. Bd. p. 433 angegeben.

Zur weiteren Charakteristik des Kartoffelkrautes mögen noch die folgenden von E. Günz in Pommritz ausgeführten Analysen dienen:

	Parc. I. Ungedüngt	Parc. II. Ungedüngt	Parc. III. Aetzkalk	Parc. IV. schwefelsaures Ammoniak	Parc. V. phosphorsaurer Kalk	Parc. VI. schwefelsaures Kali	Mittel:
Organische Substanz	90,57	90,93	89,39	93,92	91,32	89,88	91,00
Stickstoff derselben	1,91	1,87	1,93	1,80	1,40	1,66	1,76
Asche	9,43	9,07	10,61	6,08	8,68	10,12	9,00
Eisenoxyd	14,438	16,249	11,233	6,766	7,681	9,233	10,933
Kalkerde	29,518	33,655	48,490	36,141	35,141	30,914	35,643
Magnesia	12,552	13,380	11,460	19,814	14,331	10,806	13,724
Kali	13,457	11,514	4,177	9,493	15,902	16,020	11,760
Natron	0,805	1,209	1,006	0,570	0,515	0,965	0,845
Phosphorsäure	4,415	3,988	4,253	4,263	6,675	3,629	4,537
Schwefelsäure	5,685	5,879	4,383	9,113	6,270	7,510	6,478
Kieselsäure	18,501	13,534	14,425	10,494	12,110	20,016	14,847
Chlor	0,805	0,772	0,736	4,315	1,779	1,171	1,596
Summa	100,176	100,180	100,163	100,969	100,404	100,264	100,359
Sauerstoff ab für Chlor	0,181	0,174	0,166	0,972	0,401	0,264	0,360
	99,995	100,006	99,997	99,997	100,003	100,000	99,999
Wasser	9,563	10,700	11,886	12,044	11,278	11,188	11,110

Die Menge des Kartoffelkrautes ist je nach der Beschaffenheit und dem Düngungszustande des Bodens, sowie auch nach der Kartoffelsorte und den Witterungsverhältnissen sehr verschieden.

Was den Düngungszustand vor allem anbetrifft, so habe ich bei gleichem Boden und derselben Sorte (Richter's Imperator) aber verschiedener Düngung 227 bis 1368 Kilo pro $^1/_4$ Hectar geerntet. Bei einer anderen Sorte — sächsische rothschalige, weißfleischige Zwiebeln auf demselben Boden, aber nach verschiedenen Düngungsverhältnissen 85,4 bis 310,5 Kilo pro $^1/_4$ Hectar; ferner auf demselben Boden bei derselben Sorte, gleicher Düngung, wo aber die Vordüngung ihren Einfluß noch ausübte, 121,5 bis 351,0 Kilo und bei einem dritten Versuche mit derselben Sorte und bei gleicher Düngerzufuhr, bei welchem die Vordüngung schon mehr ausgeglichen war, 324—456,0 Kilo.

Diese Versuchs-Resultate zeigen den Einfluß der Düngung, ebenso den der Sorte und den der Witterung auf die Quantität der Krauternte in sehr schöner Weise.

Die Angaben der landwirthschaftlichen Schriftsteller sind daher auch sehr differirend. So giebt A. Thaer 5 Ctr., Block $3^1/_2$ Ctr., v. Pabst 6—12 Ctr., Kleemann $2^3/_4$—$4^1/_2$ Ctr., Krafft 5 Ctr. u. s. w. an.

Aus diesen Gründen läßt sich auch nicht gut eine Mittelzahl berechnen und mit Hülfe dieser die Menge der wichtigsten Pflanzennährstoffe feststellen, welche in dem Kraute von einem Hectar vorhanden sind, und welche durch dasselbe dem Felde verbleiben oder durch Wegnahme demselben entzogen werden.

Daß aber die in dem Kartoffelkraute enthaltene Menge von Nährstoffen keine unbedeutende ist, zeigen die angeführten Angaben, ebenso daß das Verbrennen desselben auf dem Felde und Ueberlassung der Asche an dasselbe falsch ist; es geht so eine wesentliche Menge organischer Stoffe mit dem in denselben vorhandenen Stickstoff verloren.

§ 406.

b. Die Rübenblätter.

Die Rübenblätter werden meistens zur Fütterung benutzt und somit dem Boden entzogen; es verbleiben dann demselben nur Theile des Stengels und die gelb gewordenen, resp. bereits abgefallenen Blätter.

Die elementare Zusammensetzung der frischen Blätter der Feldrunkelrüben ist von Boussingault, wie folgt, gefunden:

	frisch:	getrocknet:
Wasser	89,0	
Kohlenstoff	4,2	38,1
Wasserstoff	0,6	5,1
Sauerstoff	3,4	30,8
Stickstoff	0,5	4,5
Asche	2,3	21,5
	100,0	100,0

Betreffs des Stickstoff- und des Aschengehaltes der Blätter mögen noch die folgenden Angaben hier Platz finden.

Dietrich fand in Runkelrübenblättern mit 90,0 % Wasser 0,23 % Stickstoff und 1,65 % Asche; in Riesenmöhrenblättern mit 76,50 % Wasser 0,61 % Stickstoff und 3,31 % Asche; O. v. Gruber-Pommritz in Runkelrübenblättern mit 89,19 % Wasser 0,45 % Stickstoff und 1,88 % Asche und O. Toepelmann-Pommritz in Zuckerrübenblättern mit 84,34 % Wasser 0,42 % Stickstoff und 2,64 % Asche.

Die Zusammensetzung der Asche ist im I. Bd. p. 428 u. f. angegeben.

Die Angaben über die Menge der pro Hectar producirten Runkelrübenblätter variiren ebenfalls sehr. So giebt Meyer 320 Ctr., Burger 160—200 Ctr., Block 25 Ctr., Schnee 30—100 Ctr. u. s. w. an.

Es influiren hier ebenfalls auf die Menge der Krauternte die Boden-, Düngungs- und Witterungs-Verhältnisse, sowie die Sorte.

Der Dungwerth dieser Blätter, welcher sich nach den Zahlenangaben als ein erheblicher zeigt, wird durch folgenden Versuch von Schober weiter illustrirt.

Auf einem Stücke, welches 1859 gepflanzte Rüben in Stallmist getragen hatte, wurden bei der Ernte von einem Theile die Blätter im Betrage von 60 Ctr. pr. Acker abgefahren: auf dem andern untergepflügt. Im Frühjahr 1860 erhielt das ganze Stück eine Hafersaat mit Kleeuntersaat. Das Land war am 26. October tief gepflügt, am 13. April nach dem Abeggen extirpirt und der Hafer am 14. gesäet. Die Ernte geschah am 20. August und ergab die folgenden Resultate.

	Körner. ℔	Stroh. ℔	Spreu. ℔
Das Stück, auf dem die Blätter untergepflügt waren	2800	3400	300
" " von " " " weggenommen. . .	1800	2200	170
somit im ersten Falle mehr:	500	1200	130

Dieser Versuch drückt den Dungwerth der Rübenblätter sehr schön aus.

II. Gründüngung.

§ 407.

Geschichtliches.

Die Gründüngung, worunter man das Unterpflügen von Pflanzen in unreifem, saftigem Zustande als Dünger versteht, war den Alten ebenfalls bereits bekannt. Sie benutzten hierzu die Wicken, Bohnen und Lupinen. „Die Lupine und die Futterwicke machen, wenn sie grün untergepflügt werden, wie der Dünger, die Aecker reicher an Nahrungsstoff; werden sie aber reif geerntet, so entziehen sie dem Acker ziemlich viel Kraft.“ Palladius.

Columella sagt: „Ich bin der Meinung, daß, wenn es dem Landmann an Allem fehlt, ihm die Unterstützung der Lupine als Aushülfe sehr vortheilhaft sein kann; denn wird sie Mitte September auf einem kraft-

losen Acker eingepflügt, nachdem sie mit der Hacke abgehauen wurde, so ersetzt sie die beste Düngung."

In Deutschland wurde die Gründüngung zuerst in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts von C. v. Wulffen, welcher dieselbe im südlichen Frankreich gesehen hatte, und von Rebbien angewendet und sehr warm empfohlen. In Folge dessen wurden mit derselben mannigfache Versuche gemacht und in den Zeitschriften viel darüber geschrieben. Am Ende der vierziger Jahre trat jedoch schon ein Rückschlag ein und die lebhafte Litteratur über Gründüngung verringerte sich.

Die Gründüngung ist in erster Reihe für leichte Böden auch heute noch von nicht zu unterschätzendem Werthe; in neuester Zeit ist sie auf weniger leichte Böden in der Art in Anwendung gekommen, daß die betreffende Gründungspflanze nach der Ernte gesäet und die entstandenen Pflanzenmassen bei der Herbstbestellung mit untergepflügt worden sind.

A. Die zur Gründüngung benutzten Pflanzen.

§ 408.

Die einfachste, billigste und bequemste Art der Gründüngung ist die durch die auf dem sogenannten Dreesch, durch Selbstansamung gewachsenen Pflanzen. Im engeren Sinne versteht man unter Gründüngung die durch Ansamung auf einem Felde entwickelten und dann grün untergepflügten Pflanzen. Die Zahl der hierzu vorgeschlagenen und in Anwendung gekommenen Pflanzen ist eine nicht unbedeutende.

Die Haupteigenschaften der zur Gründüngung sich eignenden Pflanzen besteht in schneller und massenhafter Entwickelung der oberirdischen Theile, sowie in Bildung eines recht tiefgehenden Wurzelnetzes; ersteres bedingt bald eine gute Beschattung und letzteres Ernährung der Pflanzen aus dem Untergrunde, resp. den tieferen Schichten der Ackerkrume.

Von den bisher zur Gründüngung verwendeten Pflanzen nenne ich: Lupine (und zwar vorherrschend die weiße), Wicke, Spörgel, Buchweizen, Raps (Rübsen), Roggen, rothen und weißen Klee u. s. w.

1. Die Lupine.

Dieselbe eignet sich von allen diesen Pflanzen am besten zur Gründüngung: sie wächst sehr schnell, belaubt sich gut, so daß der Boden durch sie eine vorzügliche Beschattung erhält, giebt große Krautmasse, leidet wenig durch Dürre, sowie durch Ungeziefer und schickt ihre Wurzeln tief in die Erde, weshalb sie sich zur Düngung der Ackerkrume durch den Untergrund ausgezeichnet eignet. Nach Sprengel beträgt die von der Lupine

nach Ausbildung der ersten Hülsen erzeugte Krautmasse nebst Wurzeln 16000 ℔. Sie müssen nach ihm im nördlichen Deutschland Anfangs Mai gesäet werden und sind dann nach $3^1/_2$—4 Monaten in der oben bezeichneten Weise entwickelt und zur Gründüngung verwendbar.

Die Lupine gedeiht vor allem auf sandigen, lehmigen, humosen und thonigen Bodenarten, liebt dagegen nach Sprengel einen mergeligen und kalten Boden nicht.

Vor dem Unterpflügen wird die Lupine am besten abgemäht und mittelst einer Hacke und dergleichen in die Furchen gezogen.

2. Wicke.

Die Wicke benutzt man vornehmlich im südwestlichen Deutschland zur Gründüngung. Nach Sprengel wendet man am besten die durch Bastardirung der Wicke und Erbse entstandene Abart an, da diese die größte Krautmasse liefert. Während die gewöhnliche Wicke, früh gesäet, 6500 bis 7000 ℔ giebt, erhält man von der Bastardwicke 8000 ℔ und mehr (Sprengel).

Die Wicke eignet sich aber schon viel weniger zur Gründüngung, als die Lupine. Ihre Krautmasse ist eine weit kleinere, in Folge dessen natürlich auch die durch sie hervorgebrachte Beschattung geringer, ihre Wurzeln gehen viel weniger tief, und dann ist sie eine Frucht, welche sowohl leicht fehlschlägt, als auch durch Ungeziefer viel leidet. Die Wicke liebt einen ziemlich kräftigen Boden. Aus diesen Gründen empfiehlt sie sich zur Gründüngung nicht sehr.

3. Spörgel.

Der Spörgel gehört zu den schnell wachsenden Pflanzen, giebt aber nur eine verhältnißmäßig geringe Krautmasse, beschattet in Folge dessen natürlich auch nicht am besten, schickt seine Wurzeln nicht recht in die Tiefe, so daß er also auch aus dem Untergrund nicht sehr viel Nährstoffe heraufzuholen vermag, gewährt dagegen den großen Vortheil, daß er auf trockenem, sandigem, lockerem Boden gut gedeiht.

Nach Sprengel beträgt die Krautmasse des grünen Spörgels 3500 bis 4500 ℔.

Der Spörgel muß untergepflügt werden, bevor er viele reife Samen erzeugt hat, weil er sonst schwer unterzubringen ist und dann als Unkraut der nachfolgenden Frucht schadet. Er wird vielfach noch im Herbst angesäet und dient dann in demselben Jahr zur Gründüngung für Roggen.

4. Buchweizen.

Der Buchweizen liefert auch nur wenig Kraut — nach Sprengel 4800—5000 ℔ — sein Gedeihen ist oft mißlich; er beschattet aber den Boden gut und hat den Vortheil, eine sehr genügsame Frucht zu sein und sich sehr schnell zu entwickeln; gegen Nässe und Kälte ist er ziemlich empfindlich. Aus diesen Gründen muß bei dem Buchweizen als Regel gelten, ihn, sobald seine Entwickelung gefährdet erscheint, sogleich unterzupflügen, weil er sonst sehr zur Verkrautung des Ackers beiträgt. Bei gutem, kräftigem Wachsen ist dagegen das Gegentheil der Fall; hier macht er den Boden gut rein.

5. Raps.

Der Raps eignet sich zur Gründüngung nur für gewisse Böden, da er eine Frucht ist, welcher an den Boden bedeutende Ansprüche macht, wenn er gute Ernten geben soll. Er gewährt dagegen die Vortheile, daß er seine Wurzeln ziemlich tief schickt, gut beschattet und seine dicken Wurzeln und Stengel für die Lockerung des strengen Bodens gute Dienste leisten. Die Krautmasse beträgt nach Sprengel 7—8000 Ø, wenn er nicht bis zur Blüthe steht; ist letzteres der Fall, so ist sie wesentlich größer.

6. Roggen.

Der Roggen gehört zu den sich nicht besonders zur Gründüngung eignenden Pflanzen; er schickt seine Wurzeln nicht tief in die Erde, liefert auch keine erhebliche Pflanzenmasse und beschattet so auch nicht sehr; er hat dagegen den Vorzug, daß er noch auf weniger kräftigerem Boden gedeiht und im frühen Frühjahr zu wachsen beginnt.

7. Klee.

Der Klee schickt bekanntlich seine Wurzeln tief in die Erde, belaubt sich gut und beschattet so den Boden vorzüglich; es sind dies alles Eigenschaften, welche ihn zur Gründüngung sehr empfehlen. Trotzdem wird man den Klee bei seinem in neuerer Zeit in vielen Gegenden so sehr mißlichen Wachsthum nicht viel zu diesem Zweck anwenden.

Die vom rothen Klee erzeugte Pflanzenmasse ist vel bedeutender als die vom weißen; Sprengel rechnet bei jenem 12000 Ø, bei diesem dagegen nur 4000 Ø.

Diese kurze Betrachtung zeigt uns, daß von allen zur Gründüngung verwendeten Pflanzen die Lupine bei weitem den Vorzug verdient.

B. Wirkung der Gründüngung.

§ 409.

a. Ansichten über dieselbe und Begründung derselben durch Versuche.

Die Ansichten über die Wirkung und den Werth der Gründüngung sind sehr verschieden. Im Wesentlichen sind es zwei Ansichten, welche sich schroff entgegentreten. Nach der einen (der älteren) wirkt die Gründüngung vorherrschend durch ihre Masse selbst und ist gleich oder fast gleich einer Mistdüngung; nach der anderen erklären sich die günstigen Folgen

derselben für die nächste Frucht vor allem durch die Beschattung mit ihren günstigen Wirkungen auf den Boden.

Wir haben daher diese beiden Ansichten zu ventiliren und zu untersuchen, welche von ihnen die richtigere ist, oder ob vielleicht der Mittelweg zwischen beiden am besten die wahre Erklärung der Gründüngung giebt.

Bevor wir hierzu jedoch übergehen, erscheint es angemessen, die erzielten Erfolge der Gründüngung durch einige Versuche darzulegen.

v. Wulffen zu Pietzpuhl bestellte ein Feld von möglichst gleichartigem Boden zur Hälfte mit Lupinen und behandelte es zur Hälfte als reine Brache; das ganze Feld erhielt dann eine Roggeneinsaat.

Die Ernte ergab:

Nach Dung=Lupinen 532½ ℔ Körner und 1072 ℔ Stroh und Kaff
Nach reiner Brache 322 " " " 656½ " " " "

Die Lupineneinsaat hatte in 60 ℔ bestanden.

Ein anderer Versuch von Amtmann Seabell zu Klein=Lübers ergab:

Bei Dunglupinen . . 400½ ℔ Körner, 689½ ℔ Stroh und Kaff
Bei ungedüngter Brache 245 " " 508½ " " " "

Im nächsten Jahre waren die Lupinen spät bestellt, befielen im hohen Grade, kamen nicht zur Blüthe und boten einen sehr traurigen Anblick dar; sie wurden daher schnell untergepflügt.

Die Ernte nach der Lupinendüngung betrug zu Pietzpuhl:

270¼ ℔ Körner und 498¼ ℔ Stroh
und nach reiner Brache 216¼ " " " 423 " "

Es brachten somit 60 ℔ Lupinen, welche in ihrer Entwickelung ganz gestört waren, noch einen Mehrertrag von 53¾ ℔ Körnern und 75¼ ℔ Stroh.

Zu Klein=Lübers standen die Lupinen nicht ganz so schlecht, wie zu Pietzpuhl, waren aber auch befallen.

Nach der Lupinendüngung war die Ernte:

259 ℔ Körner und 542½ ℔ Stroh

(durch Feldmäuse waren etwa 2 Quadratruthen ziemlich zerstört).

Nach reiner Brache:

190¾ ℔ Körner und 388½ ℔ Stroh.

Durch die Lupinen somit ein Mehr von 68¾ ℔ Körnern und 154½ ℔ Stroh.

Boos zu Brunn bei Wusterhausen machte auf leichtem Sandboden bei einer Größe der Stücke von 24 Quadrat=Ruthen folgende Versuche:

1. Die Lupinen (gelbe) wurden in bester Blüthe untergepflügt und das Feld nach 6 Wochen mit Roggen bestellt.

2. Die Lupinen in der Blüthe abgemäht und fortgefahren. Das Feld ebenfalls nach 6 Wochen mit Roggen bestellt.

3. Die von 2 fortgefahrenen Lupinen ausgestreut und untergepflügt; das Feld dann ebenfalls nach 6 Wochen mit Roggen bestellt.

4. Ohne Lupinen und ohne Dung.
Die Ernte ergab:

	Körner:	Stroh u. Kaff:
Bei I.	96	205
„ II.	64	180
„ III.	66½	186
„ IV.	56	114

§ 410.

b. Wirkt die Gründüngung vorherrschend durch ihre Masse, also direct?

Die bei der Gründüngung verwendeten Pflanzen haben ihre unorganische Nahrung, ebenso wie die Ernterückstände, allein dem Boden, auf dem sie gewachsen sind, entzogen; von den organischen Bestandtheilen derselben stammt dagegen der Kohlenstoff zum größten Theile aus der atmosphärischen Luft, sowie ein Theil des Stickstoffs, die absolute Menge beider ist aber schwer zu bestimmen.

Die in den gesäeten Samen vorhandenen unorganischen, sowie organischen Stoffe vermehren selbstverständlich absolut die Bodenbestandtheile; bedeutend kann aber diese Zuführung nicht genannt werden, da z. B. in den 100—120 ℔ Lupinen, dem Saat-Quantum für einen Morgen 3,18 bis 3,75 ℔ Asche mit 0,92 bis 1,1 ℔ Kali und 1,39 bis 1,67 ℔ Phosphorsäure und nach Boussingault 3,5, nach Eichhorn 5,8 ℔ Stickstoff enthalten sind.

Der Boden wird somit, abgesehen von den in den Samen vorkommenden Stoffen, durch die Gründüngung absolut an Kohlenstoff und Stickstoff bereichert. Selbstverständlich ist die Menge des Kohlenstoffs hier wesentlich größer, als bei den Ernterückständen; es gilt dies auch vom Stickstoff, da die zur Gründüngung meistens verwendeten, blattreichen Pflanzen das Vermögen das Ammoniak der Luft zu assimiliren in höherem Grade besitzen.

Die unorganischen Bestandtheile sind dem Boden entnommen, derselbe wird somit durch die Zurückgabe derselben absolut nicht bereichert; da aber die echten Gründüngungspflanzen ihre Wurzeln in die tieferen Schichten der Erde, den Untergrund, schicken, und diesem ihre Nahrung entnehmen, so wird beim Unterbringen der grünen Pflanzen die Ackerkrume ebenfalls absolut an denselben bereichert. Außerdem sind die Aschenbestandtheile in den grünen Pflanzentheilen in Formen befindlich, welche bei

der Zersetzung der organischen Substanz für andere Pflanzen gleich assimilirbar sind.

Der Wassergehalt der grünen Pflanzen ist bei der düngenden Wirkung, vor allem bei leichten Böden, ebenfalls mit in Rechnung zu ziehen.

In Betreff der Zusammensetzung der grünen Pflanzen verweisen wir auf die im ersten Bande angeführten Analysen auf p. 214 u. f., p. 403 u. f.

Wir sehen somit, daß durch die Gründüngung der Boden an Kohlenstoff, Wasser und Stickstoff überhaupt, ferner an Aschenbestandtheilen und Stickstoff die Ackerkrume auf Kosten des Untergrundes bereichert wird.

Die Gründüngung wirkt ferner auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens verbessernd ein: derselbe wird durch sie lockerer, mürberer, kann so die Atmosphärilien: Sauerstoff, Kohlensäure, Wasser und Ammoniak in erhöhtem Maße aufnehmen, wodurch Umsetzungen, Neubildungen u. s. w. in demselben hervorgerufen werden. Die organischen Bestandtheile der untergepflügten Pflanzen liefern bei ihrer Zersetzung Gase (Kohlensäure, Wasserdampf), welche weiter zur Lockerung und Zersetzung beitragen.

Durch die Gründüngung wird somit der Boden in der oben bezeichneten Weise an Pflanzennährstoffen reicher gemacht, und ferner physikalisch durch die Wurzelrückstände, sowie die oberirdischen Theile der verwendeten Pflanzen günstig verbessert. Hieraus folgt, daß die Gründüngung für die nächste, resp. nächsten Früchte von Vortheil sein muß und daß somit die durch dieselbe hervorgerufenen besseren Ernten entschieden mit dem Unterbringen der Pflanzen zugeschrieben werden müssen.

§. 411.

c. Die Gründüngung wirkt nur indirect. — Düngung durch Beschattung des Bodens.

Diese Ansicht über die Wirkung der Gründüngung, welche als die neuere anzusehen ist, wird unter Anderen von v. Rosenberg-Lipinsky vertreten; er sagt: „Es wurde durch unzählige komparative Versuche unwidersprechlich erprobt, daß nicht in dem Unterpflügen der grünen Krautmasse die augenfällige Erkräftigung

des Feldes beruht, sondern daß lediglich die treffliche Beschattung der letzteren unter einer üppigen, jugendlichen Pflanzendecke und die hierdurch, mittelst reicher Verdichtung von Wärme, Luft und Feuchtigkeit, sowie mittelst reicher Bildung von Salzen (?), herbeigeführte normale Gahre, die Befruchtung des Bodens vermittelt, sofern man nur die Vorsicht beobachtet, das Feld unmittelbar nach Abernten der Pflanzen im grünen Zustande umzupflügen."

Die günstigen Wirkungen der Bedeckung des Bodens können wir sehr leicht beobachten: wir sehen überall da, wo der Boden, sei es durch einen Stein, ein Brett, durch Stroh, durch Obenaufliegenlassen des Düngers u. dgl. bedeckt ist, die Entwicklung der Pflanzen in weit kräftiger und üppiger Weise vor sich geht, als da, wo eine solche Bedeckung dem Boden fehlt. Unter den den Erdboden dicht beschattenden Laubhölzern erblicken wir stets eine dichte und schöne Pflanzendecke, während dieselbe die den Boden in weit geringerem Grade beschattenden Nadelhölzern meist ganz fehlt oder bei denselben wenigstens nur spärlich vorhanden ist.

Worin besteht die Wirkung der Beschattung?

In Betreff der Wirkung der Beschattnng

1) auf die Wasserverhältnisse des Bodens und

2) auf die Temperatur der Vegetationsschicht,

verweise ich auf Bd. I, p. 570, resp. 581, wo die Folgerungen aus den wichtigen Arbeiten Wollny's über diese Fragen angeführt sind.

3) Die Atmosphärilien werden durch die Beschattung in innigerer Weise mit dem Boden in Berührung gebracht, können somit intensiver auf ihn einwirken und die durch sie zu bewirkenden Umsetzungen besser als sonst hervorrufen.

4) Durch die Umsetzungen wird eine Menge assimilirbarer Pflanzennährstoffe im Boden erzeugt und zugleich werden

5) durch dieselben die physikalischen Eigenschaften desselben günstig verbessert: derselbe wird lockerer, mürberer u. s. w.

6) Schließlich ist als äußerst wichtige Wirkung der Beschattung die Unterdrückung des Unkrautes, die Reinigung des Bodens zu nennen. Die dichte Beschattung hält von dem Boden das Licht ab und läßt so die Unkräuter sich nicht entwickeln; dieselben werden gewissermaßen erstickt und so getödtet.

Die Beschattung verändert also den Boden sowohl chemisch, als physikalisch günstig; aber trotzdem

kann ich darin die Erfolge der Gründüngung nicht allein finden. Die vorher beschriebene Bereicherung des Bodens an Pflanzennährstoffen muß ebenfalls ihren wesentlichen Antheil daran haben.

Als Beweis für seine Behauptung führt v. Rosenberg-Lipinsky an, daß er mehrere Jahre hintereinander auf den für die Gründüngung bestimmten Flächen, in 50 Schritt breiten Diagonalen die gesammte Krautmasse habe abfahren und das Feld augenblicklich im Ganzen habe umpflügen lassen. Das Ergebniß sei jederzeit gewesen, daß auf diesen Flächen, gegenüber der untergepflügten Krautmasse, sowohl bei der ersten Saat als in den folgenden Jahren, auch nicht der geringste Rückschlag im Fruchtstande aufgefunden werden konnte. Als er ferner die abgeräumte, saftige Krautmasse auf andere Flächen fahren und sofort unterpflügen ließ, sei weder im ersten Jahre noch weiterhin irgend ein Erfolg zu sehen gewesen.

Wenn diese Beachtungen durch die Wage unterstützt worden sind, so bilden sie allerdings sehr kräftige Argumente für die Behauptung, daß die Gründüngung nur durch die durch die Pflanzen hervorgerufene Beschattung nützt. In diesem Falle ist es mir aber nicht möglich, die gänzliche Wirkungslosigkeit des Unterpflügens einer immerhin bedeutenden Pflanzenmasse, vor allem, wenn sie einem Feld einverleibt wird, auf dem sie nicht gewachsen, zu erklären. Da aber v. Rosenberg-Lipinsky keine Zahlen anführt, so ist auch nicht zu ersehen, ob die gemachten Beobachtungen durch die Wage richtig unterstützt sind.

Ein von Hlubeck vorliegender Versuch mit Wolfsbohnen bringt andere Resultate:

Das mit Wolfsbohnen bestellte Feld wurde in 2 gleiche Theile getheilt. Auf der einen Hälfte wurden die Bohnen untergepflügt, auf der anderen sammt Wurzeln weggeschafft und beide mit Weizen bestellt. Auf dem gedüngten betrug der Ertrag 33 und auf dem ungedüngten Stücke 22 Metz p. Joch, also $^1/_3$ weniger.

E. Wollny stellte den folgenden Versuch an. In 4 Abtheilungen, je von 3 Parcellen à 4 Quadrat-Meter, wurden je 2 der letzteren mit einer Gründüngungspflanze und zwar a. weißen Lupinen, b. Senf, c. Wicken und d. Buchweizen bestellt, während die übrigen brach blieben. Die zur Zeit der Blüthe gemähten Pflanzen wurden von Nr. I abgefahren und auf die brachliegende Parcelle Nr. III gebracht, dagegen auf Parcelle II am Standorte untergegraben. Zum Vergleich war auf einer 13. Parcelle reine Brache eingehalten. Nach Aberntung der Gründüngungspflanzen wurde jede Abtheilung umgegraben und im Herbste

1875 mit Roggen gedippelt, der jedoch durch Insectenfraß und Winterkälte zum größten Theile zu Grunde ging, deshalb wurden alle Parcellen im Frühjahr 1876 nochmals vermittelst des Spatens bearbeitet und am 7. Mai mit je 100 gleichgroßen Erbsenkörnern bestellt.

Die erhaltenen Resultate sind auf der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Gründüngungspflanze	Düngungsart	Ernte	
		Körner Grm.	Stroh Grm.
Weiße Lupine.	I. Pflanzen abgeerntet	877	1602
	II. Pflanzen am Standort untergebracht	1283	1470
	III. Brache mit Pflanzen von I gedüngt	1443	1880
Weißer Senf.	I. Pflanzen abgeerntet	1011	1223
	II. Pflanzen am Standort untergebracht	1192	1327
	III. Brache mit Pflanzen von I gedüngt	1491	1668
Wicken.	I. Pflanzen abgeerntet	863	1066
	II. Pflanzen am Standort untergebracht	1145	1126
	III. Brache mit Pflanzen von I gedüngt	1439	1603
Buchweizen.	I. Pflanzen abgeerntet	973	1208
	II. Pflanzen am Standort untergebracht	1006	1063
	III. Brache mit Pflanzen von I gedüngt	1135	1429
Brache.	IV. Reine Brache	983	1237

Dieser Versuch ergiebt hiernach übereinstimmend, daß

1. Die Düngung mit grünen, anderwärts geschnittenen Pflanzen den höchsten Ertrag,

2. den nächsthöheren die Düngung mit den am Standorte gewachsenen Pflanzen,

3. einen geringeren das Brachfeld und

4. den niedrigsten das Feld, von welchem die Pflanzen entfernt wurden,

geliefert hatte.

Wir verweisen ferner auf den vorher citirten Versuch von Boos.

Diese Versuchs-Resultate von Hlubeck, Boos und Wollny stehen mit der Ansicht von Rosenberg-Lipinsky in directem

Widerspruche und beweisen, daß die günstigen Einflüsse der Pflanzenbeschattung durch die Nachtheile der Entziehung der Pflanzennährstoffe jedenfalls überwogen werden.

Sind auch bei dem Versuche von Wollny die Flächen nur klein und erscheint auch die Versuchspflanze, eine Blattpflanze, gerade nicht allzu glücklich gewählt, so spricht doch die Uebereinstimmung der Resultate auf den 4 Abtheilungen sehr für die Richtigkeit der Ergebnisse.

Erwägen wir weiterhin, daß durch die Gründüngung, vor allem, wenn die zur Düngung benutzte Pflanzenmasse auf dem betreffenden Felde selbst nicht gewachsen ist, eine wesentliche Menge von Nährstoffen dem Felde einverleibt wird, so wäre es geradezu unverständlich, wenn dieselbe ohne Wirkung sein sollte. Ist sie auf dem Felde, dem sie übergeben wird, gewachsen, so wird durch dieselbe, wie bereits dargelegt, die Ackerkrume gedüngt und in Folge dessen kann sie auch hier nicht wirkungslos bleiben. Den Gehalt der Gründüngungspflanzen an Nährstoffen zeigen die von G. Ammon auf Veranlassung von Wollny ausgeführten Analysen der Wurzeln und oberirdischen Theile der Gründüngungspflanzen. Die Resultate, in der folgenden Tabelle zusammengestellt, sind:

		In 100 Theilen lufttrockener Masse		In 100 Theilen Trockensubstanz		In 100 Theilen Asche			
		Trockensubstanz	Wasser	Stickstoff	Asche	Kali	Natron	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Buchweizen	Wurzeln	92,84	7,16	0,92	21,44	16,02	12,27	2,18	2,64
	Stengel u. Blätter	91,34	8,66	2,54	14,77	24,49	1,93	6,65	4,43
Weiße Lupine	Wurzeln	90,90	9,10	1,46	5,30	22,63	20,75	6,78	10,57
	Stengel u. Blätter	90,82	9,18	2,53	7,41	15,36	12,52	6,88	5,52
Wicken	Wurzeln	90,39	9,61	2,34	8,70	8,12	14,30	6,69	12,26
	Stengel u. Blätter	90,74	9,26	3,80	8,87	16,92	11,55	9,58	10,56
Weißer Senf	Wurzeln	89,55	10,45	1,27	9,31	12,53	22,59	5,16	10,37
	Stengel u. Blätter	89,33	10,62	4,00	13,22	13,35	15,11	5,30	11,64

Nach dem Ernteergebnisse Wollny's berechnet sich mit Hülfe der obigen Analysen, daß z. B. bei den weißen Lupinen dem Boden durch die Zufuhr derselben an organischer Substanz 9084,5 Kilo, an Stickstoff 211,5 Kilo, an Kali 103,4 Kilo und an Phosphorsäure 41,3 Kilo gegeben worden sind. Weshalb diese Nährstoffe in so erheblichen Mengen vollständig wirkungslos sein sollten, ist absolut nicht erklärlich.

§ 412.

C. Ist die Gründüngung rationell?

Nachdem wir die Erfolge und Wirkung der Gründüngung besprochen haben, ist die weiter wichtige Frage die, ob dieselbe pecuniär vortheilhaft, ob sie also bei dem heutigen Stande der Kultur und Wissenschaft rationell genannt werden kann. Diese Frage müssen wir mit v. Rosenberg-Lipinsky verneinen. Wir haben unbestreitbar einen größeren Gewinn, wenn wir die grüne Pflanzenmasse nicht unterpflügen, sondern erst verfüttern und dann den durch sie gewonnenen Dung dem Boden einverleiben.

Im ersten Kapitel dieses Bandes p. 24 haben wir gesehen, daß der Verlust, welchen die Nahrung bei ihrem Laufe durch den thierischen Körper erleidet, nur in Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, daß wenigstens die Menge der andern Stoffe (Stickstoff, Schwefel) verschwindend klein ist. Bei Mastthieren dagegen, bei Thieren im jugendlichen Alter und bei tragenden Thieren besteht der Verlust nicht nur in Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, sondern auch in den Stoffen, welche zum Ansatz dienen (Stickstoff und Mineralstoffen). Bei milchgebenden Mutterthieren wird der Verlust durch die Bestandtheile der producirten Milch erhöht.

Hieraus folgt, daß bei normaler Ernährung mit Ausnahme der Mastthiere, der tragenden Thiere, der Thiere im jugendlichen Alter und der Mutterthiere in den Excrementen die sämmtlichen Nährstoffe der Nahrung nur vermindert um eine bestimmte Menge von Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff enthalten sind.

Wenn wir somit die grüne Pflanzenmasse zunächst als Futter ausnutzen und dann den durch sie erhaltenen Dung auf's Feld bringen, so geben wir demselben alle wirklichen Pflanzennährstoffe, welche in den Pflanzenmassen befindlich waren, nur

vermindert um einen Theil der humusbildenden Stoffe. Wir nutzen so die Pflanzen in zweierlei Weise aus, als Futter und Dung.

Hierzu kommt noch, daß die Nährstoffe in der Form des gut behandelten Düngers den Pflanzen schneller zu Gute kommen, als in der der grünen Pflanzenmasse, da im Dünger bereits ein Theil in der Form von assimilirbaren Pflanzennährstoffen enthalten ist.

Hierbei darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß bei der doppelten Benutzung als Futter und Dung mehr Kosten entstehen, als bei der einfachen. Die Pflanzenmasse muß vom Felde nach dem Hofe gefahren, verfüttert, dann wieder auf's Feld gebracht und gestreut werden.

Diese Umstände können bei gewissen Verhältnissen, z. B. bei großer Entfernung des betreffenden Feldes vom Hofe, bei leichtem Boden, wo der Ertrag zunächst nur ein geringer ist u. dgl. das Unterbringen der Pflanzenmasse trotzdem als pecuniär am besten erscheinen lassen.

Es werden dies aber immer nur Ausnahmefälle sein und im allgemeinen wird dagegen das früher gesprochene Urtheil, daß die doppelte Benutzung die vortheilhaftere ist, seine Richtigkeit behaupten.

Dieser Schluß gilt für die volle Gründüngung, d. h. derjenigen, bei welcher die Gründüngungspflanzen im Frühjahr gesäet und die während des Sommers entwickelte Pflanzenmasse der Winterfrucht als Düngung dient; hierbei wird auf eine Ernte ganz verzichtet.

Anders gestaltet sich die Sachlage, wenn es sich um die sog. halbe Gründüngung, welche man wohl mit dem Namen Herbstgründüngung bezeichnen könnte, handelt. Hier wird nach der Ernte auf die gestürzte Stoppel die Gründüngungspflanze gesäet und für die Winterfrucht mit als Düngung benutzt. Die Kosten, welche hierbei erwachsen, bestehen nur in Ausgabe für die Saat und die geringen für die Ausführung des Säens, welche nur als unbedeutend bezeichnet werden können. Diese Herbstdüngung ist für manche Böden und Verhältnisse entschieden zu empfehlen, da sie für geringe Kosten, wenn auch nicht die ganze Wirkung der vollen Gründüngung, so doch einen Theil derselben gewährt: sie beschattet den Boden und giebt demselben eine grüne sich bald zersetzende Pflanzenmasse. Zur Herbstgründüngung eignen sich Raps, Rübsen, Spörgel u. s. w.

Kapitel II.

Die Brache.

Geschichtliches.

§ 413.

Während man sich früher unter Brache ein Ruhen des Ackers, vielleicht in ähnlicher Weise wie beim Menschen oder Thiere nach angestrengter Arbeit vorstellte, um ihn für die folgende Saat wieder Kräfte sammeln zu lassen, wissen wir jetzt, daß der Acker zwar durch die Brache sich für die nächste Saat kräftigen soll, daß aber dies durchaus nicht auf dem Wege der Ruhe erreicht wird, sondern daß gerade in demselben fortwährend Kräfte in Thätigkeit sein müssen, um den gewünschten Zweck zu erreichen.

Eine absolute Ruhe giebt es in der Natur überhaupt nicht; beständig finden Veränderungen der einen oder andern Art statt, welche in Umsetzungen alter und Bildung neuer Formen bestehen. Nirgends ist ein Stillstand, überall Fortschritt. Vom Gestein, welches dem weniger Nachdenkenden unveränderlich erscheinen mag, weiß gerade der Landwirth, daß durch seine allmähliche Zerstörung und Umbildung die Ackererde entstanden ist.

Die Brache existirt so lange als überhaupt Ackerbau getrieben wird: man glaubte dem Boden für das, was er hergegeben hatte, Ruhe gewähren zu müssen. So sagt Virgil: „Gieb auch Frist um's andere Jahr den geschorenen Brachen, daß die ermüdete Flur durch Ausruhen Stärke gewinne." Die klare Vorstellung vom Ackerbau, wie wir sie so vielfach bei den Römern finden, verschwand aber in den aufgeregten Zeiten, welche den Fall des Römerreichs herbeiführten und folgten. Nachdem dann die Völker feste Wohnsitze gewonnen und vom Ackerbau wieder die Rede sein konnte, wurde auch wieder ein Ruhen des Ackers eingeführt, was sich leicht daraus erklärt, daß die Zahl der anzubauenden Früchte eine geringe war, dieselben also kurz auf einander folgen mußten. Dies führte selbstredend

eine baldige Erschöpfung des Ackers für die eine Frucht herbei. Gute Bestellung kannte man nicht. Die Dungwirthschaft lag ebenfalls im höchsten Grade im Argen. Sobald also ein Feld nicht mehr recht tragen wollte, ließ man es liegen und bestellte ein anderes. Hieraus entwickelte sich das bekannte Dreifeldersystem, welches Jahrhunderte lang seine Herrschaft behauptet hat. Wenn nun auch schon am Ende des 17. Jahrhunderts vereinzelte Stimmen laut wurden, welche die Brache verwarfen, so brach doch erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts der wirkliche Streit über die Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit derselben aus. Ohne hier näher auf die verschiedenen Ansichten und Gründe für und wider die Brache eingehen zu wollen, sei nur noch des Verdienstes unseres Altvaters der Landwirthschaft — Thaer's — um Beschränkung der Brache durch Einführung der Fruchtfolge gedacht. Aus der Dreifelderwirthschaft entwickelten sich dann allmählich die Vier-, Fünf-, Sechs- u. s. w. Felder-Systeme, durch welche die Brache immer mehr verdrängt und auf engere Grenzen verwiesen wurde. Daß auch jetzt noch die Brache bei vielen Gütern in Anwendung ist, nur daß sie jetzt nicht nach 2 oder 3 Jahren, sondern im 5., 6., 7., 8. u. s. w. Jahre auftritt, bedarf kaum ausgesprochen zu werden.

Wir haben im Folgenden die Wirkungen der Brache nach dem heutigen Stande der Wissenschaft zu erklären, woran sich dann die Fragen, ob sie entbehrlich oder nicht, und für welche Güter das eine und das andere gilt, sowie wodurch sie ersetzbar ist u. s. w. anzuschließen haben.

§ 414.

I. Die verschiedenen Brachen und Zweck der Brache.

Bevor wir zur Besprechung der Wirkung der Brache übergehen, müssen wir zunächst die verschiedenen Arten derselben, welche von den Landwirthen der einzelnen Gegenden angewendet werden, characterisiren, da dies für die Erklärung selbst von Wichtigkeit ist.

Man unterscheidet:

reine Brache,
schwarze Brache und
Johannisbrache.

Unter reiner Brache ist diejenige verstanden, bei welcher das Land, nachdem es ein, resp. zwei Jahre zu Klee daniedergelegen hat, im Herbste eine Furche erhält und dann im Frühjahr wieder als Weide benutzt wird. Im Mai oder Anfang Juni wird es umgerissen und erhält bis zur Winterbestellung noch zwei, auch drei Furchen, von welcher die letzte die Saatfurche ist.

Die schwarze Brache unterscheidet sich von der reinen Brache dadurch, daß das Feld, sobald als es die Verhältnisse

irgend gestatten, nach der Getreideernte umgearbeitet wird und demselben dann vom Frühjahr bis zur Herbstbestellung noch 2—3 Furchen gegeben werden. Bei der Schwarzbrache ist unter dem Getreide kein Klee gesäet gewesen, weshalb sie auch als eigentliche Weide nicht benutzt werden kann; das auf derselben befindliche Unkraut läßt man häufig durch das Vieh abweiden.

Die Johannisbrache steht der reinen Brache am nächsten; bei derselben wird das Feld im Herbst nicht umgerissen, dient noch bis Johannis als Weide und erhält von dieser Zeit bis zur Herbstbestellung noch 3—4 Furchen. Es ist hier also die Zeit der Brachbearbeitung abgekürzt; das Feld wird länger zur Weide benutzt.

Wie aus dieser Erklärung der drei verschiedenen Brachen hervorgeht, unterscheiden dieselben sich vor allem in der Zeit, welche der Acker, ohne etwas zu tragen und abzugeben liegen bleibt. Bei der Schwarzbrache beträgt dieselbe fast ein Jahr, bei der reinen Brache 4—5 Monate und bei der Johannisbrache 2—3 Monate.

Die Wirkung der Brache ist selbstverständlich eine durchaus verschiedene, je nachdem der Acker mit oder ohne Pflanzennarbe daliegt. Brache im eigentlichen Sinne kann nur diejenige sein, bei welcher der Acker keine Pflanzennarbe hat. Von dieser soll im Nachstehenden die Rede sein. Zweck dieser Brache, welche wir, wie ich glaube, kurz weg schwarze Brache nennen können, da der Acker in der Zeit keine Pflanzennarbe trägt, ist Bereicherung des Ackers an assimilirbaren Pflanzennährstoffen, Verbesserung seiner physikalischen Eigenschaften und Reinigung desselben von Unkräutern: der Acker soll also, wie es der Landwirth nennt, „gahr" werden, ein freilich vielfach etwas unklarer Begriff.

II. Die Wirkung der Brache.

§ 415.

A. Bereicherung des Ackers an assimilirbaren Pflanzennährstoffen.

Dieser Zweck der Brache soll durch die Wechselwirkung zwischen Boden, der atmosphärischen Luft, der Feuchtigkeit und der Wärme erreicht werden.

In Betreff des Verhaltens des Bodens gegen Wassergas*) und andere Gase verweisen wir auf Bd. I, p. 571 u. f.

Wie wirken diese einzelnen Factoren auf die Bodenbestandtheile?

a. Zersetzung der organischen Theile.

Von organischen Stoffen haben wir in dem brachliegenden Boden, Wurzel und Stoppel, Dung und Humus. Durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft, der Wärme und der Feuchtigkeit auf diese Körper entstehen Zersetzungen — Um- und Neubildungen. Die Ernterückstände und die bis dahin noch nicht zersetzten Theile des Mistes werden allmählich in Humuskörper verwandelt. Der Acker wird somit an Humus mit dessen günstigen Wirkungen bereichert. Der Landwirth sagt daher ganz richtig, der Boden wird durch die Brache „schwärzer".

Die Humuskörper des Bodens, sowie die in der Zersetzung bereits vorgeschrittenen Dungstoffe werden weiter zersetzt: es entstehen aus ihnen Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, resp. Salpetersäure. Die Kohlensäure wirkt durch Lockerung und als Vermittlerin der Zersetzung äußerst günstig auf den Boden. Da sie aber ein flüchtiger Körper ist, so geht der Theil derselben, welcher von den Bodenbestandtheilen weder chemisch noch physikalisch hat gebunden werden können, dem Acker durch Verflüchtigung verloren. Das gebildete Wasser dient ebenfalls zur Lockerung und als Vermittler der Zersetzung. Das entstandene Ammoniak, von welchem man annahm, daß es theilweise durch Verflüchtigung dem Boden entzogen werde, wird von den Bestandtheilen desselben, den gebildeten Humussäuren und Zeolithen, so wie auch ein Theil zunächst physikalisch gebunden. Eine Verflüchtigung von Ammoniak kann nur bei schlechter Brachbearbeitung vorkommen. Das Ammoniak, vor allem das als humussaures Salz im Boden vorkommende, wird, von Sauerstoff weiter oxydirt, in Salpetersäure verwandelt, welche, so lange sie nicht gebunden resp. nicht in die tieferen Bodenschichten versunken ist, die Zersetzung der unorganischen Bodenbestandtheile unterstützt. Durch die **Bildung von Salpetersäure** kann der **Boden Verluste** an gebundenem Stickstoff erleiden;

*) Nach den neuesten Arbeiten des **Verfassers** im Vereine mit **Fr. Voigt** sind die Erden überhaupt nicht im Stande, Wassergas aufzunehmen, wenigstens ist dies Vermögen, wenn vorhanden, ein äußerst geringes.

weil er für dieselbe nur ein geringes Absorptions-Vermögen besitzt; sie wird somit im Boden in geringerem Grade gebunden und kann so leicht durch Wanderung in den Untergrund zunächst der Ackerkrume entzogen werden, dann aber durch das Grundwasser, die Drains u. s. w. ganz verloren gehen.

Daß diese Umsetzungen in der gewünschten Weise nur dann vor sich gehen, wenn sie durch rationelle Bodenbearbeitung unterstützt werden, bedarf kaum der Erwähnung.

Bei der reinen Johannisbrache muß deshalb die erste Furche bei möglichst trockenem Wetter gegeben werden, damit sich die organischen Stoffe sobald als möglich zersetzen. Die sog. Wendefurche dagegen, welche zur Unterbringung des Dungs dient, giebt man bei nassem Wetter, da der Acker bis dahin, wenn das Wetter nicht sehr feucht war, ausgetrocknet ist, und die Feuchtigkeit für die Zersetzung eine wichtige Rolle spielt.

Bei diesen Umsetzungen der organischen Bestandtheile findet natürlich auch bei den Böden, welche durch schlechte Behandlung versäuert sind, Entsäurung statt, so weit wenigstens die saure Beschaffenheit, wie es bei diesen Böden in der Regel der Fall ist, von organischen Säuren herrührt.

§ 416.

b. Zersetzung der unorganischen Stoffe des Bodens.

Von den unorganischen Bestandtheilen des Bodens haben wir die Mineraltrümmer — Silikate —, die Zeolithe, die phosphorsauren und kohlensauren Salze zu unterscheiden.

Auf die Silikate influiren Wasser, Kohlensäure und zum Theil auch der Sauerstoff und führen die bereits im I. Bd. p. 524 u. f. beschriebenen Zersetzungen derselben herbei, durch welche lösliche Kieselsäure, Alkalien und alkalische Erden entstehen.

Die Zeolithe, welche wir als wasserhaltige, kieselsaure Doppelsalze kennen gelernt haben, bestehen aus kieselsaurer Thonerde (Eisenoxyd) und kieselsauren Alkalien und alkalischen Erden; wobei wir die kieselsaure Thonerde als den mehr constanten, die kieselsauren Alkalien, resp. alkalischen Erden als den mehr wechselnden Theil anzusehen haben. Auf diese Verbindungen wirken die Kohlensäure und die durch die Zersetzungen der humussauren Salze und der Silikate gebildeten kohlensauren

Salze zersetzend und verändernd ein, wie dies gleich unten noch näher dargelegt werden soll.

Die Phosphorsäure kommt im Boden vor allem an Eisenoxyd, Thonerde und Kalkerde gebunden vor, Verbindungen, die für sich schwer löslich sind. Auf diese wirken die durch die anderweitigen Umsetzungen entstandenen kohlensauren Alkalien ein, setzen sich mit denselben um, wodurch lösliche phosphorsaure Verbindungen entstehen, welche leichter beweglich sind und so eine gleichmäßigere Vertheilung dieses Nährstoffs im Boden herbeiführen. Rückbildungen der phosphorsauren Alkalien in die obigen Verbindungen treten natürlich ebenfalls wieder ein.

Die kohlensauren alkalischen Erden werden durch die Kohlensäure zum Theil in doppelt kohlensaure, also lösliche Verbindungen verwandelt, werden hierdurch ebenfalls beweglicher und im Boden gleichmäßiger vertheilt, wodurch sie um so energischer ihre günstigen Wirkungen bei der Zersetzung der Bodenbestandtheile geltend machen können.

v. Liebig, welcher die eben näher dargelegte Wirkung zunächst besonders betonte, drückt dies wie folgt aus: „Brache heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Kultur, wo in dem Boden, dem Einflusse der Witterung überlassen, gewisse Bestandtheile verbreitbar und für die Pflanzenwurzeln aufnehmbar werden, die es vorhin nicht, oder in geringem Grade waren.“

Gegen diese Ansicht v. Liebig's tritt Mulder auf, welcher als einen Zweck der Brache ein Bilden des zeolithischen Theils der Ackererde hinstellt. Diese Erklärung steht jedoch mit der v. Liebig's in keiner Weise in Widerspruch. Sollen Neubildungen eintreten, so müssen zuvor Zersetzungen stattgefunden haben, wodurch Körper, welche zu den Neubildungen dienen, entstehen.

§ 417.

c. Neubildung von Stoffen.

Mulder hat, wenn er in dem Bilden des zeolithischen Theils einen Zweck der Brache sieht, sicherlich recht; dies ist aber auch von v. Liebig nie geleugnet worden. Durch die vorher beschriebenen Zersetzungen entstehen kohlensaure Salze. Die Zeolithe, welche nach meinen Untersuchungen durch die Formel

$nSiO_3mR_2O_3 + oSiO_3pRO + xOH$ ausgedrückt werden, in welcher $nSiO_3mR_2O_3$ den mehr constanten und $oSiO_3pRO$ den mehr veränderlichen Theil repräsentirt, sind durch die vorhergegangene Cultur in dem weniger constanten Theile ihrer Bestandtheile vermindert, die Alkalien und alkalische Erden sind zum Theil verbraucht. Auf diese Verbindungen wirken die kohlensauren Salze; die Basen derselben treten in die Verbindungen ein und so entstehen an Alkalien, resp. an alkalischen Erden reichere Verbindungen.

Dieser in der Ackererde vorgehende Neubildungsproceß beschränkt sich aber nicht allein auf den zeolithischen Theil, sondern auf alle überhaupt leichter beweglichen Bestandtheile desselben, wie dies aus der bisherigen Darlegung der im Boden vor sich gehenden Processe hervorgeht.

§ 418.

B. Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens.

Durch die Brache wird der Boden lockerer, mürberer, poröser. Hieraus geht zugleich hervor, daß die Brache nicht für jeden Boden gleich gute Dienste thun kann.

Denken wir uns zunächst einen bindigen Boden, welcher bei der Schwarzbrache im Herbst die erste Furche erhalten hat, so übt die Winterkälte den ersten Haupteinfluß auf die Zerkleinerung desselben aus. Die Schollen, Klöße u. s. w. werden durch das Gefrieren des in ihnen enthaltenen Wassers mehr oder weniger aus einander gerissen.

Nachdem der Acker dann im nächsten Frühjahr soweit abgetrocknet ist, daß er bearbeitet werden kann, wird er gewöhnlich zunächst geeggt und erhält darauf die zweite Furche, der je nach der Bodenbeschaffenheit bald Walze oder Egge folgen muß. Jetzt wird der Boden sich selbst überlassen. Sobald die nothwendige Wärme vorhanden ist, beginnen die vorher beschriebenen Zersetzungen im Boden. Die hierbei gebildeten Gase und die frei gewordene Wärme setzen die durch die Ackergeräthe begonnene Zerkleinerung des Bodens fort. So zerfällt er immer mehr und mehr und wird „krümlich", wie der Landwirth die ihm erwünschte mechanische Beschaffenheit des Bodens zu nennen pflegt. Je mehr dies Zerfallen eintritt, um so besser und vollständiger können die Wärme, die Luft und Feuchtigkeit in den Boden eindringen, ihn durchdringen und ihre günstigen

Wirkungen auf ihn äußern. Durch diese mechanische Zerkleinerung im Verein mit den im Boden vor sich gehenden chemischen Processen und dem trocknenden Einflusse des Windes verbessern sich zugleich die physikalischen Eigenschaften des Bodens; er verliert seine zu große Bindigkeit, und mit dieser seine zu große wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft.

Das Zerfallen des Bodens darf aber nicht zu weit gehen, er darf nicht „pulverig“ werden. Ist dieser Zustand eingetreten, so schlemmt ein Regen den Boden so zu, daß wochenlange Arbeit erforderlich ist, um die nachtheiligen Folgen desselben wieder aufzuheben.

Hieraus geht hervor, daß bei der Brachbearbeitung die Anwendung des Pfluges, der Egge und Walze zur rechten Zeit von außerordentlicher Wichtigkeit ist.

Sowie ein zu häufiges Rühren des Bodens von Nachtheil ist, da er für die Umsetzungen, welche in ihm vor sich gehen sollen, der äußeren Ruhe bedarf, ebenso schädlich ist auch ein zu weniges Anwenden von Pflug, Walze und Egge.

Wenn Mulder als Hauptsache der Brache häufiges und tiefes Pflügen hinstellt, so ist dies nur mit Vorsicht aufzunehmen.

Bei der reinen und Johannisbrache gilt das so eben in Betreff der Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens von der schwarzen Brache Angeführte ebenfalls; hier ist nur die Zeit, in welche Wärme, Luft und Feuchtigkeit auf den Boden einwirken können, so wie die, innerhalb welcher die Bearbeitung desselben vor sich gehen kann, eine beschränkte.

Diese Darlegung der Wirkung der Brache auf die mechanische Zerkleinerung des Bodens zeigt zugleich, daß sie für den leichten Sandboden nicht von Vortheil sein kann. Der Sandboden ist bereits locker und porös genug, als daß wir dies noch zu vermehren wünschen könnten; ihn wollen wir bindiger machen, bei ihm wollen wir die wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft vermehrt haben u. s. w. Hieraus folgt bereits, daß die Brache für diese Bodenarten nicht vortheilhaft, sondern schädlich ist. Dieselben können physikalisch nur durch gute Beschattung, also durch den Bau blattreicher Gewächse verbessert werden. Dies bringt bei ihnen

die Gahre hervor, welche der Landwirth durch die Brache zu erzielen wünscht und welche der bindige Boden durch dieselbe erhält.

§ 419.

C. Reinigung des Bodens von Unkräutern.

Die Reinigung des Bodens von Unkräutern, vor allem den so lästigen Quecken, ist oft mit Hauptzweck der Brache. Ist ein Boden, wie es durch schlechte Wirthschaft resp. unglückliche climatische Verhältnisse so oft der Fall ist, gründlich verqueckt und im Gefolge hiermit versäuert und verhärtet, so ist auch die Brache fast das einzige Mittel, um ihn wieder herzustellen. Für solche Aecker nennt v. Laer sehr richtig die Brache ihre Brunnenkur.

Dieser Zweck der Brache wird aber nicht dadurch erreicht, daß man den Acker überhaupt brach liegen läßt, sondern zweckmäßige Bearbeitung bei sorgfältiger Zerstörung der Quecken u. s. w. ist durchaus nothwendig, um die Reinigung des Ackers zu bewerkstelligen.

Resume.

Wie bereits früher ausgesprochen, ist der Zweck der Brache, den Acker gahr zu machen. Wir haben gesehen, daß die Brache dies bedingt und zwar:

„1) Durch Beförderung der Zersetzung der organischen Bodenbestandtheile unter Entstehung neuer Humusstoffe, Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salpetersäure.

2) Durch Beförderung der Zersetzung und Umsetzung mineralischer Bestandtheile — der Silikate, Zeolithe, phosphorsauren und kohlensauren Salze.

3) Durch Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit und der physikalischen Eigenschaften des Bodens: sie macht ihn lockerer, mürber, poröser, dadurch trockener, wärmer und vermindert seine wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft.

4) Durch Reinigung des Ackers vom Unkraute.

Diese Gesammtwirkung zeigt sich durch die Gahre des Ackers.

Wie zeigt sich dieselbe äußerlich?

v. Laer beschreibt sie in seiner in kurzer Zeit in 3. Auflage erschienenen vorzüglichen Schrift „über die Gahre“ wie folgt:

„1) Die Farbe des Ackers wird dunkler.

2) Die kleinen Schollen verlieren ihre Zähigkeit: sie werden mürbe und zerfallen.

3) Der Boden fühlt sich anders an. Er wird elastisch unter dem Fuß; in der Hand fühlt er sich weniger rauh an.

4) Die Ackerkrume dehnt sich aus. Sie pufft auf, gewinnt an Volumen.

5) Zuletzt wird das Feld grün, nicht etwa von Unkrautpflanzen allein, sondern von einer eigenen Art von Pflanzen. Die einzelnen kleinen Schollen, welche aber schon morsch sind, sowie der ganze Acker, beziehen sich mit einer moosartigen grünen Masse, ähnlich dem Moose, das man wohl an Pumpen und Bäumen, auf halbfaulem Holze, das häufig naß wird und nie ganz abtrocknet, findet."

Dieses letzte von v. Laer als äußeres Zeichen der Gahre des Bodens hingestellte Kennzeichen ist von anderer Seite bestritten worden. Diese Differenz der Ansichten findet wohl darin ihre Erklärung, daß dies sog. Grünwerden nicht auf allen Böden, sondern vorherrschend nur auf feuchten, bindigen bemerkbar ist.

§ 420.

III. Unter welchen Umständen und durch welche Mittel ist die Brache zu entbehren?

Nachdem wir jetzt die Wirkungen der Brache darzulegen versucht haben, können wir an die bereits so vielfach ventilirte Frage gehen, ob die Brache, und wenn dies der Fall, unter welchen Verhältnissen und durch welche Mittel entbehrlich ist. Der Zweck der Brache war, den Boden durch mechanische Bearbeitung und durch die hierdurch, sowie durch die Einwirkung der Luft, der Wärme und der Feuchtigkeit hervorgerufenen chemischen Processe an assimilirbaren Pflanzennährstoffen zu bereichern, seine physikalische Beschaffenheit und mit dieser seine physikalischen Eigenschaften zu bessern und ihn von Unkräutern zu reinigen.

Die Umsetzungen der organischen und unorganischen Bestandtheile des Bodens, durch welche löslichere Pflanzennährstoffe erzeugt werden sollen, sowie die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften desselben erreichen wir auch durch Anwendung von Kalk oder Mergel, wie dies bei der Besprechung der Wirkung

beider dargethan ist; beide bewirken ferner Entsäuerung des Bodens.

Die weitere Lockerung des Bodens ist dann durch eine zweckentsprechende Fruchtfolge, d. h. durch richtigen Wechsel der Gewächse zu vervollständigen.

Durch Einführung eines richtigen Turnus muß der Acker einerseits, weil die Behandlung der Pflanzen dies verlangt, gehörig bearbeitet werden und erhält so reichlich die Furchen, die ihm während der Brachzeit gegeben werden; andererseits wird derselbe durch richtige Wahl der Früchte gut beschattet und hierdurch chemisch und physikalisch verbessert.

Die richtige Fruchtfolge läßt ferner den Grund für die Brache, daß der Acker durch die bisher auf ihm gewachsenen Früchte für diese erschöpft und nun erst wieder einer gewissen Zeit bedarf, in welcher sich durch Umsetzungen die ihm entzogenen Stoffe in löslicher Form bilden können, vollständig fortfallen.

Wechselt man mit den Früchten, welche bekanntlich die einzelnen Nährstoffe in verschiedenen Mengen gebrauchen, so können im Acker, während er die eine Frucht trägt, die Stoffe, welche diese in geringerer Menge gebraucht, welche dagegen die andere in größerer bedarf, sich in löslicher Form bilden.

Lassen wir z. B. auf Rüben Cerealien folgen, so wird im Boden, während die Rüben auf ihm wachsen, welche viel Kali, dagegen wenig Kieselsäure beanspruchen, letztere durch die in ihm vorgehenden Zersetzungen frei und da sie von den Rüben nicht in Anspruch genommen wird, sich ansammeln können, und kommt so den nachfolgenden Cerealien zu Gute.

Durch die Rüben ist dem Boden viel Kali entzogen worden, die nachfolgenden Cerealien gebrauchen aber diesen Körper in weit geringeren Mengen, so daß also der Boden durch die Rübe für die Cerealien in Betreff des Kalis nicht unfruchtbar gemacht zu sein braucht.

Durch richtige und rechtzeitige Bodenbearbeitung sowie entsprechende Fruchtfolge ist schließlich der Acker ebenfalls von den Unkräutern zu reinigen.

Daß ein Gut bei Abschaffung der Brache oder bei Verringerung derselben mehr Dung haben muß, ist selbstverständlich. Der Acker muß mehr hergeben, also muß ihm auch mehr gegeben werden. Hieraus folgt auch, daß ein Gut, wenn der Besitzer nicht entsprechende Kapitalien in Händen hat, die Brache nicht mit einem Male abschaffen kann. Ja wenn auch die erforderlichen Mittel da sind, so muß dennoch mit Vorsicht vorgegangen werden. Bevor die Brache fallen gelassen wird, muß die nothwendige Dungmenge da sein;

denn ohne Brache bei Dungmangel wirthschaften wollen, ist weit schlimmer, als Brache zu haben. Hierbei tritt dann erst recht Verquecktung, Verhärtung, Versäuerung u. s. w. des Ackers ein, und dies führt somit nothwendiger Weise zur Brache in größerem Maaßstabe zurück.

Hierauf wird mir nun von manchem Landwirthe entgegnet werden, daß dies zwar alles richtig und schön sei, daß aber gerade die eine von mir für die Abschaffung der Brache gestellte Bedingung, die nothwendige Dungmasse gerade das sei, was sie bei der Brache festhalten lasse. Man könne nicht ad libitum Dung produciren, sondern nur in durchaus bestimmten Grenzen. Daher wäre es leicht gesagt, die Brache abschaffen und um dies zu können, gut düngen u. s. w. Hierauf erwiedere ich, daß bei Verringerung der Brache, bei verständiger Fruchtfolge und rationeller Fütterung des Viehs von Jahr zu Jahr mehr Dung zu erzeugen, also noch mehr Land zu düngen ist. Mit der Düngerbehandlung und Benutzung wird leider vielfach noch sehr verschwenderisch umgegangen, daher ist hierfür vor allem Sorge zu tragen. — Die künstlichen Düngemittel unterstützen den Stallmist hierbei in vorzüglicher Weise.

§ 421.

IV. Verhältnisse, unter denen die Brache nicht gut zu entbehren ist.

Auf sehr bindigen, strengen Thonböden ist die Brache vielfach nicht gut zu entbehren; diesen ist oft nur durch die Brache die so nothwendige Gahre zu verschaffen, obgleich auch hier durch Drainage und die vorher bezeichneten Mittel viel bewirkt werden kann. Güter ferner, welche noch ganz oder theilweise in niedriger Cultur stehen, oder deren Besitzer nicht mit den erforderlichen Kapitalien versehen sind, müssen vor der Hand die Brache noch beibehalten. Hier muß man versuchen, allmählich die Brache zu verringern, indem man bemüht ist, die Fruchtfolge soweit, wie möglich rationell aufzustellen und soviel wie möglich Dünger zu produciren. Gerade solchen Gütern ist eine rationelle Behandlung des Stalldüngers und Benutzung aller irgend auf dem Gute vorhandenen Dungquellen, wie dies beim Compost näher dargelegt ist, nicht dringend genug zu empfehlen.

Das Verunkrauten eines Feldes kann nun auch, wie noch anzuführen ist, zuweilen auch ohne Schuld des Besitzers, also

bei guter und aufmerksamer Bewirthschaftung eintreten, so daß er dann, um den Acker zu reinigen und zu bessern, vielfach zur Brache greifen muß.

Ungünstig climatische Verhältnisse, wie sie gerade sich in den letzten Jahren mehrfach in so außerordentlichem Grade gezeigt haben, verzögern die Feldarbeiten, und zwingen den Landwirth, dieselben in Zuständen vorzunehmen, wo er weiß, daß dies nachtheilig ist u. s. w. Mißernten hierdurch, oder durch Krankheit erzeugt, wirken weiter auf solche Böden ein, und können ein solches Verquecken u. s. w. herbeiführen, daß die Anwendung der Brache vielfach als das beste Mittel, den Boden zu heilen, angesehen werden muß. Das eben Gesagte gilt natürlich nicht von allen Böden, sondern nur von sehr bindigen Thonböden.

§ 422.

Schluß.

Vom national-ökonomischen Standpunkte aus ist die Brache entschieden zu verwerfen, da durch dieselbe jährlich tausende Morgen der National-Wohlfahrt entzogen werden. Berechnet man die Menge von Früchten, welche dem Markte mehr geboten werden würden, wenn die sämmtlichen, jetzt noch zur Brache darniederliegenden Ländereien bestellt wären, so ist ersichtlich, daß sie auf den Preis derselben entschieden einen Einfluß ausüben würden.

Da nun auch ferner, wie die vorige Betrachtung gezeigt hat, mit verhältnißmäßig wenigen Ausnahmen die Felder bei richtiger Fruchtfolge und Düngung die Brache entbehren können, so folgt daraus, daß der Wohlstand des einzelnen Besitzers ebenfalls erhöht wird, wenn die Brache fortfällt.

Deshalb muß es als das Ziel der Landwirthschaft hingestellt werden, die Brache immer mehr und mehr abzuschaffen und schließlich, soweit dies möglich, ganz zu entbehren. Wohl dem Volke und dem einzelnen Besitzer, wo dies Ziel sobald als möglich erreicht wird!

Kapitel III.

Das Erdbrennen.

§ 423.

Diese Melioration ist bereits von den Römern angewendet worden. (Virgil.) In neuerer Zeit wurde sie zunächst in England benutzt und zwar 1828 von Beatson empfohlen. Von dieser Zeit wird sie daselbst theilweise in ausgedehntem Maße betrieben. Von England ist sie dann weiter verbreitet und so in den andern europäischen Ländern eingeführt.

In den Eifeldistricten wird das Brennen der Böden „Schiffeln" genannt.

Das Erdbrennen wird vorherrschend auf zwei durchaus verschiedenen Bodenarten, nämlich

1) auf Thonboden und

2) auf humosem Boden (Moor-, Bruch-, Haideböden)

angewendet.

Da die Wirkung des Brennens bei diesen Bodenarten durchaus verschieden ist, so haben wir auch hier beide getrennt zu betrachten.

I. Brennen der Thonböden.

A. Wirkung des Brennens.

1. Auf die unorganischen Bestandtheile.

§ 424

a. Physikalische.

Das richtig geleitete Brennen verändert den Thonboden in der Weise, daß er seine Eigenschaft mit Wasser eine zähe, plastische Masse zu bilden, verloren hat; er zerfällt nach dem

Brennen zu einem feinen Pulver. Diese Wirkung des Brennens auf den Thon findet ihre Erklärung in dem Verluste seines chemisch gebundenen Wassers. Das Brennen übt aber die genannte Wirkung nur dann aus, wenn es richtig geleitet gewesen ist: man darf nicht zu stark und nicht zu schwach brennen. Brennt man zu stark, so wird eine steinartige Masse erzeugt, welche zwar ebenfalls nicht mehr plastisch ist, welche aber die wichtige Eigenschaft des mäßig gebrannten Thones, an der Luft zu einem feinen Pulver zu zerfallen, nicht besitzt. Ist dagegen die angewendete Wärme zu gering, so verliert der Thon seine Eigenschaft, mit Wasser eine plastische Masse zu bilden, nicht.

Die Wirkung des richtig gebrannten Thones auf den Acker ist leicht verständlich. Der Thonboden besitzt große Bindigkeit und Zähigkeit, sowie große wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft, Eigenschaften, welche seine Bearbeitung sehr erschweren und ihn für das Pflanzenwachsthum wenig geneigt machen. Wird mit diesem Boden der zu einem feinen Pulver zerfallene Thon innig gemischt, so müssen, natürlich bei Anwendung nicht zu kleiner Mengen, die oben näher bezeichneten Eigenschaften desselben gemildert werden: er wird weniger zähe und bindig, seine wasserzurückhaltende und wasserfassende Kraft werden vermindert, er trocknet somit leichter und schneller. Die Folge hiervon ist, daß die Luft und die Wärme in höherem Grade ihre Einwirkung auf ihn geltend machen können. Der Thonboden muß somit hiernach lockerer, trockener, wärmer und durch die Atmosphärilien auch chemisch günstig verändert und für das Pflanzenwachsthum geeigneter gemacht werden.

§ 425.

b. Chemische.

a. Löslicher werden von Pflanzennährstoffen, vor allem Kali und Kieselsäure.

Der Thon ist, wie wir im ersten Bande p. 534 u. f. gesehen haben, das Zersetzungs-Product von Silikaten, vor allem der Feldspäthe und besteht in chemisch reinem Zustande aus kieselsaurer Thonerde und Wasser. Chemisch rein kommt der Thon in der Natur aber nie vor, sondern wir finden in ihm stets noch Zersetzungs-Producte von den Mineralien, aus welchen er entstanden ist: vorherrschend Kali und Kieselsäure.

Der Thonboden ist seinen Hauptgemengtheilen nach ein Gemisch von Thon, Sand, Kalk und Humus; unter Sand sind zum Theile noch Mineral-Trümmer zu verstehen; der hier gemeinte Kalk ist kohlensaurer.

Die chemische Wirkung des Brennens hängt von dem Gehalte des Thonbodens an Kalk ab; wir müssen hier deshalb kalkarme und kalkreiche Böden unterscheiden.

Bei kalkarmen Thonböden ist die chemische Veränderung, welche sie durch das Brennen erleiden, nur eine geringe, da die Wärme nur im Verein mit Kalk chemisch verändernd auf den Thon einwirken kann. Der Kalk wirkt hier in ähnlicher Weise aufschließend auf die im Boden vorhandenen Silikate, wie die kohlensauren Alkalien, welche wir im Laboratorium zum Aufschließen dieser kieselsauren Verbindungen benutzen, natürlicher Weise aber in wesentlich geringerem Grade. Er tritt in die Verbindungen an Stelle der Alkalien ein, und macht diese so löslich.

Bei kalkarmen Thonböden muß man deshalb vor dem Brennen Kalk zusetzen, wenn eine chemisch günstige Veränderung derselben mit Zweck des Brennens ist.

Einige Analysen ungebrannter und schwach gebrannter Thone mögen zur Illustration des Gesagten dienen.

Struckmann untersuchte einen Schieferthon vor und nach dem Brennen und fand:

	Vor dem Brennen.	Nach schwachem Brennen.
Eisenoxyd	5,660	6,947
Manganoxyduloxyd	0,266	0,266
Thonerde	1,286	3,349
Kalk	1,871	1,885
Magnesia	2,673	2,845
Kali	0,779	1,530
Natron	Spuren	0,230
Phosphorsäure	Spuren	0,043
Lösliche Kieselsäure	—	0,029
Schwefelsäure	0,353	0,767

Völcker analysirte einen an kohlensaurem Kalk reichen Thonboden im natürlichen Zustande und nachdem er in verschiedenem Grade der Wärme ausgesetzt war.

Die mechanische Analyse des Thonbodens ergab:

Wasser	7,75
Kohlensauren Kalk	31,38
Feinen Sand	2,25
Thon	58,62
	100,00

Die chemische Analyse:

Hygroscopisches Wasser		2,37
Chem. gebundenes Wasser und wenig organische Substanz		5,38
In Säure löslich.	Kohlensaurer Kalk	31,38
	Kohlensaure Magnesia	2,04
	Eisenoxyd, Thonerde	11,90
	Kali	0,35
	Natron	0,18
In Säure unlöslich.	Thonerde	7,43
	Magnesia	1,52
	Kali	1,29
	Kieselsäure	36,16
		100,00

Völcker bestimmte nach dem Brennen leider nur die Gesammtmenge der in Säure unlöslichen und löslichen Stoffe und das Kali.

Vor dem Brennen enthielt der Boden:

	I.	II. Bestimmung.
In Säure unlösliche Stoffe	56,30 %	55,17 %
In Säure lösliche Stoffe	43,70 „	44,83 „
(Kali	0,35 „)	

Nachdem der Boden mäßig erhitzt war, hatte er:

In Säure unlösliche Stoffe	50,90 %	52,31 %
In Säure lösliche Stoffe	49,10 „	47,69 „
(Kali	0,77 „)	

Etwas stärker erhitzt war das Verhältniß zwischen Unlöslichem und Löslichem: wie 46,20 : 53,80.

Durch das Brennen war also die Summe des in Säure Löslichen wesentlich vermehrt worden; etwas stärkeres Brennen wirkte günstiger als zu schwaches.

Völcker hat ferner noch zwei andere Thonböden vor und nach dem Brennen untersucht. Die Resultate der Analysen theilen wir im Folgenden mit.

Diese Analysen characterisiren zugleich die Beschaffenheit der für diese Operation sich besonders eignenden Böden.

Boden von der Farm des Roy. agric. College.

	Vor dem Brennen,	nach dem Brennen:	
Wasser	5,981	1,18	
Organ. Substanz	13,217	3,32	
Eisenoxyd und Thonerde	12,954	18,42	
Kohlensaurer Kalk	7,578	8,83	
Schwefelsaurer Kalk	0,431	1,15	
Kohlensaure Magnesia	1,414	1,76	(Magnesia.)
Phosphorsäure	Spur	0,71	
Kali	0,520	1,08	
Natron	0,122	0,55	
In Säure unlöslich, hauptsächlich Thon	57,092	62,52	
Verlust	0,691	—	

Boden von Cirencester.

	Vor dem Brennen.	Nach dem Brennen.	
Wasser	0,93	9,12	
Organ. Substanz	10,67		
Eisenoxyd und Thonerde	13,40	14,56	
Kohlensaurer Kalk	23,90 [1])	17,17	
Schwefelsaurer Kalk		1,78	
Kohlensaure Magnesia	1,10	0,40	(Magnesia.)
Kali	0,38	1,61	
Natron	0,13	0,04	
Phosphorsäure	Spur	1,84	
Lösliche Kieselsäure	—	8,70	
In Säure Unlösliches (hauptsächlich Thon)	49,66	44,64	

Aus diesen Analysen sehen wir, daß der gebrannte Boden eine größere Menge löslicher Pflanzennährstoffe besitzt, als der ungebrannte. Durch das Brennen ist vor allem Kali, Kieselsäure und Phosphorsäure löslich geworden. In Betreff der letzteren Säure sei indeß noch bemerkt, daß diese Wirkung des Brennens nur dann eintreten kann, wenn der Boden viele organische Reste erhält, durch deren Zerstörung beim schwachen Brennen dieselbe frei wird. Phpsphorsäure dagegen, welche sich in Begleitung des Thones befindet, wird, wie die folgenden Untersuchungen Völcker's darthun, eher unlöslicher, als löslich gemacht.

Es liegt nämlich von Völcker noch ein Versuch mit einem aus der Verwitterung des rothen Sandsteins hervorgegangenen Thon von der Huntstile Farm des Mr. Danger vor; diesen setzte er, wie unten näher angegeben, in verschiedener Art der Hitze aus und untersuchte dann die in ihm in natürlichem Zustande, so wie die durch das Brennen erhaltenen Producte und zwar:

Nro. 1. Thonboden im natürlichen Zustande.

Nro. 2. Thonboden, welcher in einem geschlossenen Platintiegel einer schwachen Rothglühhitze während einer halben Stunde ausgesetzt war. Die Farbe des Thones nach dem Brennen war eine dunkelgraue.

Nro. 3. Thonboden, im offenen Gefäße während einer halben Stunde einer Rothglühhitze ausgesetzt, wobei derselbe häufig mit einem Platindrahte umgerührt, um so eine vollständigere Verbrennung der organischen Stoffe, wie eine durchgreifende Oxydation des Eisenoxyduls zu erreichen. Die Farbe dieses Thones war nach dem Brennen eine röthliche, etwas heller als die natürliche des Bodens.

Nro. 4. Thonboden, welcher fast 3 Stunden einer starken Rothglühhitze im offenen Platintiegel ausgesetzt war.

---

[1]) Vorherrschend kohlensaurer Kalk.

Die Resultate der Analysen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser bei 100° C. . . .	5,539	9,160	9,200	9,300
Organ. Substanz und chemisch gebundenes Wasser	3,621			
Lösliche Kieselsäure . . .	1,450	1,380	1,580	1,150
Eisenoxyd und Thonerde .	3,070	8,245	6,092	2,970
Kohlensaurer Kalk	0,740	0,420	0,550	0,188
Kohlensaures Kali	0,269	0,941	0,512	0,544
Kohlensaures Natron . . .	0,220	0,336	0,314	0,104
Phosphorsäure	0,380	0,165	0,128	nicht bestimmt
Salzsäure u. Schwefelsäure	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
In verdünnter Salzsäure unlösliche Stoffe . .	84,100	80,260	81,845	85,309

Der Kalk in II, III und IV als Aetzkalk enthalten, in der Analyse als kohlensaurer berechnet.

Diese Analysen bestätigen das über die Wirkung des Brennens in chemischer Beziehung oben Angeführte ohne weiteres Commentar.

b. Oxydation des Eisenoxyduls.

Die nachtheilige Wirkung des Eisenoxyduls ist bereits mehrfach besprochen; durch das Brennen wird dasselbe unter Aufnahme von Sauerstoff in Eisenoxyd verwandelt. Das Rothwerden der Steine beim Brennen ist ein Zeichen der Oxydation. Ueber die Beziehungen des Eisenoxyduls zum Boden siehe Bd. I p. 371 und p. 562 u. f.

c. Fixirung und Bildung von Ammoniak findet nur in geringem Grade, resp. nicht statt.

Mehrfach ist angegeben worden, daß der lockere, gebrannte Thon größere Mengen von Ammoniak aus der Luft zu absorbiren im Stande sei, als der ungebrannte. Dies ist aber, wie folgender Versuch von Völcker zeigt, nicht der Fall.

Völcker setzte 2 gleich große Mengen von Thon, von denen der eine schwach gebrannt und der andere ungebrannt war, 2 Monate und 12 Tage der Luft aus. In dieser Zeit hatte der gebrannte Thon 0,019 % Ammoniak aufgenommen; der ungebrannte enthielt dagegen 0,240 %.

Dies Resultat erklärt sich leicht daraus, daß der Thon durch das Brennen zunächst das Ammoniak, welches er enthält, verliert, und deshalb aus der Luft erst wieder soviel von demselben aufzunehmen hat, als er besaß. Bei dem schwachen Gehalte der Luft an Ammoniak, dem nicht starken Anziehungsvermögen des Thones für dasselbe und der kurzen Zeit, welche der gebrannte Thon vor dem Vermischen mit der Erde der Luft ausgesetzt ist, kann, wie ja auch der Versuch von Völcker zeigt, die vom Thone absorbirte Ammoniakmenge nur eine kleine sein.

Ferner ist angenommen worden, daß durch den Gehalt des ungebrannten Thones an Eisenoxydul und der Verwandlung desselben beim Brennen in Eisenoxyd Ammoniak gebildet werde. Dies ist ebenfalls der Fall nicht, wie sich aus theoretischen Gründen leicht darthun läßt, und wie dies auch von den Versuchen Völcker's bestätigt ist.

Die Entstehungsweise des Ammoniaks ist im I. Bd. p. 122 u. f. speciell besprochen, weshalb wir auf das dort Angeführte verweisen.

§ 426.

2. Wirkung des Brennens auf die organischen Stoffe.

a. Zerstörung der humosen Bestandtheile.

Der Gehalt der zum Brennen verwendeten Thone an organischen Stoffen ist in der Regel kein bedeutender; beim schwachen Brennen werden dieselben meistens nur verkohlt und dadurch natürlich in ihrer ursprünglichen Form zerstört.

Diese Wirkung des Brennens ist als eine entschieden günstige zu bezeichnen; wenn auch der Boden dadurch die geringe Humusmenge, welche er enthält, verliert. Für die physikalischen Eigenschaften desselben sind Humus und Thon vor allem in der geringen Menge, in der ersterer vorkommt, sich ziemlich gleich; somit wird der Verlust des Humus nur als indirecte Quelle für den Kohlensäuregehalt des Bodens zu bedauern sein; da aber, wie aus den physikalischen Eigenschaften des bindigen

Thonbodens hervorgeht, in demselben die Zersetzung des Humus nur sehr langsam vor sich gehen kann, derselbe im Boden also eine fast träge Masse repräsentirt, so ist die Bereicherung des Bodens an Kohlensäure durch denselben nicht sehr wesentlich und wird durch die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften und dadurch eintretende schnellere Zersetzung des im ungebrannten Thone vorhandenen Humus so gut, wie aufgehoben.

b. Reinigung des Bodens.

Die im Thon enthaltenen Insecten, Eier, Larven, Unkräuter der verschiedensten Art, werden beim Brennen zerstört und so ihre nachtheiligen Wirkungen auf die Pflanzen aufgehoben.

c. Bereicherung des Bodens an den in den zerstörten organischen Körpern enthaltenen Aschenbestandtheilen.

Die in den Thieren und Unkräutern, sowie den mit zerstörten Wurzeln der vorhergegangenen Culturpflanzen enthaltenen, unorganischen Bestandtheile, welche in ihrer ursprünglichen Form wegen der ungünstigen physikalischen Eigenschaften des Bodens nur sehr langsam in für die Pflanzen assimilirbare Formen übergeführt werden, stellt das Brennen denselben sogleich zur Disposition.

Die Beschaffenheit der Asche des Unkrautes und die Vortheile, welche diese den nachfolgenden Pflanzen gewähren kann, mögen die folgenden Analysen zweier häufig vorkommender Unkräuter, der stengellosen Distel **Carduus acaulis** (auf Kalkböden häufig) und des Hundsgrases (**Dactylis glomerata**) characterisiren.

	Distel. Analyse von Völcker.	Hundsgras. Analyse von Kensigton.
Kali	27,40	10,02
Chlorkalium		—
Natron	—	5,69
Chlornatrium	0,90	3,34
Kalkerde	41,44	5,58
Magnesia	4,40	0,04
Eisenoxyd und Thonerde	2,01	12,40 [1])
Phosphorsäure	5,86	9,38
Schwefelsäure	2,92	5,33
Kieselsäure	3,50	24,92
Sand		17,50[1])
Kohlensäure und Verlust	12,07	5,80
	100,00	100,00
Aschengehalt	9,66 %	—
Gehalt an organ. Substanz	25 bis 26 %	—

Schließlich ist die Bereicherung des Bodens durch die Asche der zum Verbrennen benutzten Materialien, wie Stroh, Reisigholz, Haidekraut, Torf u. s. w. zu nennen.

§ 427.

B. Verfahren beim Thonbrennen.*)

Man unterscheidet je nach dem Orte, von welchem die Erde zum Brennen genommen wird:
Ränderbrennen
und Schollenbrennen.

Beim Ränderbrennen wird der Boden von uncultivirten Rändern und Ecken oder auch von den Vorgewenden der Aecker bis zu einer gewissen Tiefe ausgegraben, kurze Zeit der

[1]) Die Asche ist durch den den Pflanzenwurzeln anhängenden und von denselben schwer zu trennenden Thon etwas verunreinigt.

*) Zur näheren Informirung verweisen wir auf die vortreffliche Schrift von Hartstein: Vom englischen und schottischen Düngerwesen. Bonn 1853, p. 149—184.

Sonne ausgesetzt und dann geröstet. Dies Verfahren ist in Suffolk und Essex sehr verbreitet.

Beim Schollenbrennen schält man den Acker in dünner Schicht ab und röstet diese.

Das Brennen oder Rösten wird entweder in besonders dazu errichteten Oefen oder in Haufen vorgenommen. Die Oefen sind theils gemauert, theils aus Erd- und Rasenstücken errichtet.

Die gemauerten Oefen, welche früher zum Theil sehr im Gebrauche waren, werden in neuerer Zeit weniger benutzt, da sie in der Anlage sehr kostspielig und das Brennen durch das Heranfahren der Erde zu denselben noch wesentlich vertheuert wird.

Statt der gemauerten wendet man auch transportable Oefen an; diese bestehen in viereckigen, gußeisernen Gestellen, welche von zwei gegenüberstehenden Seitenstücken durch gußeiserne Platten geschlossen sind, und auf der oberen Fläche einen Rost haben. Das Brennmaterial kommt in das Innere dieser Gestelle; auf dem Roste wird der Thon aufgeschüttet. Bei diesem Brennen ist vor allem darauf zu achten, daß das Feuer die Thonschicht nicht durchbricht.

Brennen in Gräben. Die Gräben sind circa 0,6 m tief, 0,9 m breit und 3—6 m lang: dieselben werden zunächst mit dem Brennmaterial bis zum Rande gefüllt und darüber eine Schicht trockener Rasenstücke oder ausgetrockneter Thonschollen gedeckt, welche, sobald das Feuer brennt, nach und nach so lange vermehrt werden, als das Feuer dieselben noch hinreichend erhitzen kann. Auch hierbei ist Sorge dafür zu tragen, daß das Feuer die Thonschichten nicht durchbricht. Geschieht dies, so muß es durch Auflegen neuer Erdmassen verhindert werden

Oefen aus Rasenstücken. Hierzu bildet man aus Rasenstücken ein Viereck von 3,7—4,7 m Länge und 2,5—3 m Breite mit 0,9—1,2 m hohen und 0,6 m dicken Wänden. In diesen Räumen werden in der Diagonale Luftzüge gemacht, welche aus 13—15 cm tiefen und 10 cm breiten Rasenstücken gebildeten Rinnen bestehen, dieselben gehen von der Mitte aus und erstrecken sich bis außerhalb der Wände. In die Mitte des Raumes wird das Brennmaterial gebracht und angezündet; sobald dieses gut in Brand ist, bringt man nach und nach die zu brennende Erde in der Art vorsichtig hinzu, daß das Feuer nicht erstickt wird. Die Luftlöcher werden mit Ausnahme der

der Windseite zugekehrten geschlossen, um ein zu starkes Brennen zu verhüten. Auch hier ist beim Verlauf des Brennens darauf zu achten, daß das Feuer sich nicht nach einer Stelle hinzieht und da durchbricht; es wird dies durch Auflegen neuer Erdmassen verhütet. Die äußeren Wände des Ofens müssen beim Auflegen neuer Thonmassen in der Art mit erhöht werden, daß sie die Erde stets um 30—36 cm überragen; dies ist nothwendig, um den Wind abzuhalten. Nach Beendigung des Brennens werden die Wände eingerissen und mit dem Inhalt des Ofens vereinigt.

Als Feuermaterial dienen: Reisholz, Torf, trockene Rasenstücke u. dgl.; sind diese gut im Brand, so wendet man noch Kohlen oder Scheitholz an, damit das Feuer lange anhalte.

Das Brennen in Haufen ist bei dem Schollenbrennen fast ausschließlich in Anwendung und findet auch bei dem Ränderbrennen in neuerer Zeit immer mehr und mehr Aufnahme. Hierbei errichtet man auf der geebneten Erde von dem Brennmaterial einen kegelförmigen Haufen, über welchen eine dünne nur wenige Zoll starke Erdschicht gebracht wird. An der Bodenfläche des Haufens bleibt zum Anzünden des Brennmaterials eine kleine Oeffnung. Brennt letzteres gut, so wird mehr Erde nachgegeben und zwar so viel, daß dieselbe noch hinreichend erhitzt wird. Ein Durchbrechen der Flamme ist auch hier zu verhüten. Die Größe der Haufen ist verschieden.

§ 428.

C. Stärke der Düngung und Zeit des Brennens.

Die Stärke der Düngung hängt vor allem von dem damit beabsichtigten Zweck, von der Beschaffenheit des Thonbodens und von der Wirkungsdauer ab. Soll der Acker durch das Brennen vorherrschend physikalisch verbessert werden, so muß eine starke Düngung gegeben werden. Will man dagegen in erster Linie durch das Brennen die im Boden vorhandenen assimilirbaren Nährstoffe vermehren, so genügt eine kleinere Quantität. Nach Hartstein rechnet man als Minimum gewöhnlich auf den Morgen 6 und als Maximum 33—34 Fuder.

Wird die ganze Oberfläche gebrannt, so wendet man nach Hartstein durchschnittlich 108 Haufen (à 4,8 Cubikmeter) pro Hektar an.

Die Wirkungszeit hängt selbstredend von der Stärke ab; je größer die angewendete Menge, um so größer jene und umgekehrt. Bei der schwächsten Düngung ist die Wirkung noch auf die zweite, selbst dritte Ernte wahrnehmbar. Bei der stärksten Düngung dauert sie bis zum 8. Jahre.

Was die Zeit des Brennens anbetrifft, so geschieht dasselbe beim Ränderbrennen während des größeren Theiles des Jahres; es unterbleibt gewöhnlich nur im Spätherbst und Winter. Das Schollenbrennen wird dagegen im Frühjahr so zeitig wie möglich ausgeführt.

§ 429.

D. Erfolge des Thonbrennens.

Von den verschiedenen vorliegenden Versuchen, welche meistens in England ausgeführt sind, führe ich hier die folgenden an, um die Wirkung dieser Melioration darzuthun.

Pusey berichtet über einen Versuch, wie folgt:

Ein sehr strenger Thonboden wurde abgeschält, was p. Acre 11 s. kostete und die Schollen gebrannt; dann hierauf und auf ein anderes Stück Land, wo die Schollen nicht gebrannt waren, Hafer gesäet. Der Ertrag war im ersten Jahre:

bei dem gebrannten Boden 6 Quart. p. ac.
und bei dem ungebrannten „ 2 „ „ „

Dann wurde dasselbe Land im nächsten Jahre wieder gebrannt. Das Land war so hart, daß wenn Regen das Abschälen nicht unterstützt hätte, diese Operation unmöglich gewesen wäre. Das Land wurde mit Weizen bestellt. Der Ertrag war, wie folgt:

Von dem gebrannten Boden 40 Bush. p. acre.
und von dem ungebrannten „ 20 „ „ „

Cartwright wandte zu einem Versuche kalten, zähen Thonboden an; die eine Abtheilung erhielt 400 Bushels gerösteten Thon, eine andere 100 Bush. Holzasche und eine dritte blieb ungedüngt. Bei Anwendung von 4 verschiedenen Früchten ergab die Ernte:

	Rutabaga.	Kohlrabi.	Kartoffeln.	Gerste.
Gebrannter Thon. .	502 Ctr.	137½ Ctr.	480 Ctr.	36 Bush.
Holzasche	472 „	78¼ „	456 „	34 „
Ungedüngt	204 „	87½ „	340 „	24 „

Ein anderer Versuch liegt von Struckmann vor und ist auf der braunschweigischen Domaine Warberg angestellt worden. Im Jahre vor dem Versuche (1856), wo das Brennen ausgeführt wurde, war das Versuchsstück mit Flachs, Wicken, Kohlrüben und weißem Kohl bestellt gewesen.

Die Wicken, grün abgemäht, hatten auf dem gebrannten Boden nur ein Mehr von 4 Ctr. p. Morgen ergeben.

Beim Flachs war der Mehrertrag ebenfalls ein geringer, so daß er gegen die bedeutenden Kosten nicht in Betracht kam.

Bei den Kohlrüben und dem weißen Kohl war dagegen die Wirkung eine sehr günstige.

Die physikalische Beschaffenheit des gebrannten Bodens war nach Struckmann eine wesentlich bessere, als die des ungebrannten.

Nach der Aberntе dieser Früchte wurde das Versuchsstück am 9. Okt. umgepflügt, dann am 13. geeggt, darauf wiederholt exstirpirt und mit Weizen bestellt. Zum Vergleich wurden einige Parcellen des gebrannten, sowie ungebrannten Bodens noch anderweitig gedüngt, wie dies aus der folgenden Tabelle, auf welcher die Ernte-Resultate u. s. w. zusammengestellt sind, ersichtlich ist:

Bezeichnung der Versuchsfelder.				Weizenernte:	
Angabe über die Beschaffenheit des Feldes.	Düngung im J. 1856 p. M.	Düngung im J. 1857 p. M.	Vorfrucht des Weizens.	Korn. ℔	Stroh und Kaff. ℔
Ungebrannt .	Keine	Keine	Kohlrüben	816	1296
1856 gebrannt	"	"	"	936	1392
Ungebrannt .	100 ℔ Guano	"	"	1000	1381
1856 gebrannt	"	"	"	1152	1632
Ungebrannt .	88 Hmt. Aetzkalk[1]	"	"	740	1080
" .	360 Hmt. gebr. Thon[1]	"	"	1040	1480
" .	240 Hmt. gebr. Thon[1]	"	"	860	1240
" .	Keine	100 ℔ Guano	"	765	1140
1856 gebrannt	"	"	"	1020	1440
Ungebrannt .	"	Keine	Weißkohl	600	912
1856 gebrannt	"	"	"	948	1320
Ungebrannt .	"	"	Wicken	840	1230
1856 gebrannt	"	"	"	1140	1608
" "	80 Hmt. Aetzkalk[1]	"	"	1300	1920
Ungebrannt .	"	100 ℔ Guano	"	1100	1600
"	Keine	72 ℔ Chilisalpeter	Flachs	1125	1635
"	80 Hmt. Aetzkalk[1]	"	"	1140	1500
1856 gebrannt	Keine	"	"	888	1272

[1]) 1 Himten = 0,5667 pr. Scheffel.

Diese Versuche thun die vortheilhafte Wirkung des Thonbrennens in hervorragender Weise dar und lassen dasselbe somit für strenge, zähe Thonböden als eine vortheilhafte Melioration erkennen.

§ 430.

II. Brennen der Humusböden. — Moorböden.

1. Wirkung des Brennens.

Die an Humus reichen Böden sind sowohl wegen ihrer ungünstigen physikalischen, sowie chemischen Beschaffenheit für das Wachsthum der Culturpflanzen wenig geeignet. Der reiche Humusgehalt macht sie wegen der schwammigen Beschaffenheit zum Standorte für die Pflanzen unbrauchbar und giebt ihnen eine so große Bindigkeit und wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft, daß die Luft nur wenig in sie eindringen und somit auch nur wenig günstig auf sie einwirken kann. Diese Böden sind stets feucht und kalt und von saurer Beschaffenheit.

Werden solche Böden gebrannt, so wird der Humus der Theile, welche vom Feuer ergriffen werden, zerstört und so eine Asche erzeugt, welche mit dem anderen Boden vermischt, denselben sowohl physikalisch als auch chemisch verbessert: physikalisch durch Verringerung der zu großen Bindigkeit, wasserfassenden, sowie wasserzurückhaltenden Kraft; hierdurch wird der Luft in den Boden mehr Eintritt gewährt und derselbe trockener, wärmer und fester; chemisch durch Aufhebung der sauren Reaction und Bereicherung an unorganischen, aufnehmbaren Pflanzennährstoffen.

Ein weiterer großer Vortheil des Brennens ist die gründliche Reinigung des Bodens von Unkräutern jeglicher Art, von Insekten, sowie anderen schädlichen Thieren. Diese Bodenreinigung ist durch irgend eine andere Melioration in dem radicalen Grade, wie durch das Brennen, nicht gut zu bewerkstelligen.

Dieser Melioration ist der Verlust von Humus, welcher der Boden durch sie erleidet, zum Vorwurf gemacht worden. Ein solcher Boden ist aber in seiner ursprünglichen Gestalt für die Culturpflanzen ungeeignet; der große Humusgehalt ist somit für ihn in keiner Weise von Vortheil. Wird nun ein Theil desselben durch Brennen zerstört, wodurch der Boden freilich an

Kohlenstoff und Stickstoff ärmer wird, so wird der andere Theil durch Vermischung mit der Asche des verbrannten culturfähiger; der Humusgehalt desselben kann den Culturpflanzen jetzt in erfolgreicherer Art zu Nutzen kommen u. s. w., so daß der Verlust des einen Bestandtheils, der in zu großer, daher schädlich wirkender Menge vorhanden war, bei rationellem Vorgehen nicht als ein Nachtheil angesehen werden kann.

Geleugnet kann allerdings nicht werden, daß das Moor durch das Brennen einer Verarmung entgegengeführt wird. Ein in kürzeren Zwischenräumen sich wiederholendes Brennen muß daher zu allmählicher Verarmung des Bodens führen. Während daher in vielen Fällen das erste Brennen des Moorbodens als ein günstiges Bodenverbesserungsmittel hingestellt werden kann, ist ein häufiges Wiederholen desselben entschieden als unrationell zu verurtheilen.

Dem Brennen muß ferner stets zweckentsprechende Behandlung und Düngung folgen; geschieht dies, so ist auch eine Wiederholung nicht erforderlich. Wird aber nach dem Brennen nicht besonders gedüngt, soll die erhaltene Asche das einzige Bodenverbesserungs- und Düngemittel bleiben und wird, sobald diese ihre Wirkung versagt, von neuem zum Brennen geschritten, so ist dasselbe als krasser Raubbau zu bezeichnen und nie zu billigen.

Durch Entwässerung, Sandauffahren, Kalken, rationelle Düngung erreicht man in physikalischer und chemischer Beziehung, ohne Verlust an Humusmasse, meistens denselben Zweck. Diese Meliorationen sind aber in der Regel theurer, als das Brennen, weshalb dieses gerne vorgezogen wird.

Ich erinnere hier nur an die Rimpau'sche Dammcultur, welche allerdings theuer und deshalb jedem Moorbesitzer anzuwenden nicht möglich ist, die aber, wie dies Rimpau bewiesen, außerordentliche Vortheile durch Hervorbringung vorzüglicher Ernten schafft.

Ferner sei hier noch kurz der holländischen Fehncultur Erwähnung gethan, welche in Entwässerung durch Gräbenziehung (Kanäle), Abtorfen, Planirung, Bedeckung mit der sogenannten Bunkerde und Aufbringung von Sand der Hauptsache nach besteht.

§ 431.

2. Verfahren beim Brennen.

Dem Brennen muß bei allen Bruch- und Moorböden eine Trockenlegung vorausgehen. Ist dies geschehen, so wird der Rasen abgeschält. Die Stärke, in welcher das Abschälen auszuführen ist, hängt von der Menge Asche ab, welche der Boden, um thätig zu werden, gebraucht. Im Allgemeinen kann man zwar annehmen, daß eine größere Menge Asche besser wirksam ist, als eine kleinere; jedoch ist zu bedenken, daß es nicht wirthschaftlich ist, viel Boden zu zerstören, wenn dasselbe durch kleinere Mengen erreicht werden kann und dann, daß man durch zu viel Asche einen Boden sogar zur Zeit unfruchtbar zu machen im Stande ist.

Nachdem die Narbe abgeschält ist, muß sie trocknen, was selbstverständlich um so längere Zeit in Anspruch nimmt, je stärker die abgenommenen Scheiben sind. Da nur trockene Massen gebrannt werden können, so muß sich somit die Zeit des Schälens nach der Möglichkeit des Trocknens richten; deshalb ist das Schälen bei voraussichtlich möglichst trockenem Wetter und so früh vorzunehmen, daß zur Zeit des Brennens, die Massen getrocknet sind.

Die abgeschälten Massen werden vielfach in Haufen zusammengebracht und zwar in der Regel schon vor dem Brennen, um dadurch das Austrocknen zu unterstützen. Sind diese Haufen gut ausgetrocknet, so werden sie angezündet und verbrannt. Während beim Thonbrennen die richtige Leitung des Brenn-Processes, Anwendung mäßiger Wärme u. s. w., Bedingung für den Erfolg der Operation war, so bedarf es beim Rasenbrennen dieser Vorsicht in keiner Weise. Hier muß die Masse so vollständig, wie möglich zu Asche gebrannt werden. Man zündet zunächst einige Haufen an und überträgt dann das Feuer von diesen auf die anderen, was, wenn nur erst ein Haufen gut in Brand ist, leicht bewerkstelligt werden kann. Ist beim Brennen das Wetter sehr trocken und sind die Massen sehr ausgedörrt, so daß sie leicht brennen, so muß man mit dem Brennen unter dem Winde beginnen und das Feuer vorwärts gegen den Wind leiten.

Bei dem Brennen ist sorgfältig darauf zu achten, daß das Einbrennen verhütet wird; bemerkt man, daß letzteres eintreten will, so muß an solchen Stellen das Feuer sogleich entfernt werden.

Sind einzelne Haufen übersprungen, oder nicht ausgebrannt, so hilft man durch Zusammenwerfen und Nachbrennen nach. Nach dem Erlöschen des Feuers ist die Asche sogleich gleichmäßig über den Boden zu vertheilen; darauf wird sie leicht eingeeggt, der Boden dann gepflügt und bestellt.

Zum Schluß mag noch erwähnt werden, daß das Brennen der genannten Böden nur da vorgenommen werden darf, wo dieselben als Acker benutzt werden sollen. Will man sie zur Wiese verwenden, so muß die Grasnarbe erhalten werden und daher nach der Entwässerung durch Auffahren von Erde, Asche u. dgl., sowie mechanische Bearbeitung die Verbesserung des Bodens bewirkt werden.

Kapitel IV.

I. Entwässerung. — Drainage.

§ 432.

Geschichtliches.

Die künstliche Entwässerung des Bodens ist fast so alt, als der Ackerbau selbst; nur die Methoden derselben sind in den verschiedenen Zeiten verschiedene gewesen. Sir W. Dugdale berichtet in einer interessanten Schrift „über Eindämmung und Entwässerungen 1652“ über die Entwässerungsarbeiten der Aegyptier, welche „gleich nach der Sündfluth“ begannen und bis in die christliche Zeitrechnung fortdauerten. Nach ihm haben auch die Babylonier das Land durch Abzugsgräben auszutrocknen versucht. Die griechische Mythe erzählt ebenfalls von Entwässerungsarbeiten: Austrocknung des Sees Bäbeis. Die Römer wandten zur Entwässerung des Landes nicht nur offene Gräben u. dgl. an, sondern bewirkten dieselbe auch durch Drains, welche aus Steinen, Kies, Reisig gebildet waren (Virgil, Plinius, Columella).

Der Zweck des Drainirens war sowohl, dem Acker das unnöthige Wasser zu entziehen, als auch den Boden zu lüften.

Auch im Mittelalter beschäftigte man sich vielfach mit Entwässerungsarbeiten; das großartigste Beispiel hierfür liefert Holland, dann England u. s. w.

In neuerer Zeit ist in England die Landdrainirung zuerst begonnen worden; 1652 schrieb W. Bligh ein Werk, in welchem er empfiehlt, die Leitungen aus Reisig oder Kieselsteinen zu machen, zu bedecken und sie immer nach der Richtung des steilsten Falles zu ziehen, so daß J. Parkes ihn den Erfinder des tiefen Drainagesystems nennt.

Auch Norddeutschland zeichnete sich im vorigen Jahrhundert durch größere Entwässerungsarbeiten aus; ich nenne nur die Entwässerung des Oderbruchs unter Friedrich dem Großen.

Das erste Beispiel der systematischen Drainirung eines ganzen Gutes in Deutschland gab Fellenberg auf Hofwyl 1804; er wandte hierzu natürlich die alte Methode: Steine und Faschinen an.

Etwas später benutzte man Hohl- und Dachziegel.

Die Engländer haben das Verdienst, die Erfinder der Benutzung geschlossener Röhren zu sein: Smith von Deanston, ein Schotte, wandte zuerst Röhren zur Entwässerung des Ackerlandes an. Die hohe Bedeutung dieser Culturmethode wurde dann in England sehr bald anerkannt und fand gleich Männer, welche sie weiter ausbildeten und vervollkommneten; hier ist vor allem J. Parkes zu nennen.

Von England kam diese Methode der Entwässerung bald nach Deutschland und den andern Ländern des Continents. Sie fand hier Förderer, aber auch Gegner; von den Letzteren ist vor allem v. Liebig zu nennen, welcher der Drainage den Vorwurf machte, daß sie dem Acker mit dem Wasser auch eine große Menge Nährstoffe entziehe. Nachdem dieser Einwand durch die Untersuchung des Drainwassers und durch die Erkenntniß der Absorptions-Fähigkeit des Bodens zurückgewiesen war, wurde Liebig schnell aus einem Gegner ein Förderer der Drainage.

§ 433.

1. Schädlichkeit großer Feuchtigkeit für Boden und Pflanzen.

Die Bedeutung des Wassers für das Pflanzenleben, seine Beziehungen zu demselben, sowie der Einfluß des Wassers auf den Boden u. s. w. sind bereits im I. Bd. besprochen worden. Dennoch sei es mir gestattet, hier in Kürze das daselbst an verschiedenen Stellen Gesagte zu recapituliren.

Denken wir uns im Frühjahr resp. Herbst einen unbestellten, sehr nassen schweren Boden, so ist der erste Nachtheil der Nässe der, daß derselbe nicht bearbeitet werden kann, woraus weiter folgt, daß entweder die Entwickelungszeit der für ihn bestimmten Frucht, wenn es sich um die Frühjahrsbestellung handelt, beschränkt wird, oder daß bei großer Herbstnässe die Winterfrucht überhaupt nicht bestellt werden kann. Treten im Frühjahr oder Herbst noch annähernd rechtzeitig günstige klimatische Verhältnisse ein, so ist der Nachtheil, der durch die Nässe bedingten späteren Bestellung oft nicht ein zu großer; ist dies aber nicht der Fall, so ist die für ein solches Land bestimmte Frucht überhaupt nicht mehr zu bestellen. Die Gefahr der nassen Bestellung mit ihren Folgen liegt in solchen Fällen aber fast stets vor. Beweise für Beides haben unter anderen die nassen Jahre 1867 und 1882 leider im reichlichsten Maße geliefert.

Wenn so der erste Nachtheil der großen Nässe bei unbestellten Ländereien der ist, daß ihre Bearbeitung entweder verzögert oder gar nicht rechtzeitig möglich wird, so kann er bei bestellten Ländern sogar noch größer sein. Sind bei einem solchen Lande alle Poren mit Wasser gefüllt und bedeckt dies dasselbe noch, so ist die nothwendige Folge davon, daß, sobald dieser Zustand längere Zeit dauert, die Pflanzen zu Grunde gehen. Es ist hier somit die Arbeit der Saatbestellung und die Saat selbst verloren.

Das Wasser hält in diesem Falle die Luft vollständig vom Acker ab; in Folge dessen werden die dem Pflanzenleben so nothwendigen Umsetzungen im Boden theils verzögert, theils müssen sie ganz andere Phasen durchlaufen. Aus den Humusstoffen, welche, wie wir gesehen haben, unter normalen Verhältnissen, den Pflanzen Kohlensäure und Ammoniak liefern, entstehen jetzt vorherrschend Kohlenwasserstoffe (Sumpfgas) und saure Humussubstanzen; diese sind den Pflanzen bekanntlich nachtheilig. Die Kohlensäure, welche für Boden und Pflanze so wichtig ist, wird nur in sehr beschränktem Grade gebildet. Ferner treten, wegen Mangel an atmosphärischem Sauerstoff, Reductionen verschiedener Sauerstoffverbindungen ein. So entstehen die schädlichen Eisenoxydulsalze, Schwefelmetalle u. dgl., und zugleich werden die Umsetzungen der anderen unorganischen Bodenbestandtheile verlangsamert. Den Pflanzen werden also theilweise schädliche Stoffe, theilweise der Menge nach unzureichende Nährstoffe geboten. Die nächste Folge hiervon ist, daß sie zu kränkeln anfangen, welchem bald, begünstigt durch die Kälte des Bodens, ein Absterben und Faulen derselben folgt.

Wird andererseits ein nasser, nicht mit Pflanzen besetzter Boden noch mit Mühe bearbeitet und die Saat eingebracht, so haben wir hier vielfach dasselbe, was eben in Betreff der auf einem nassen Felde stehenden Pflanzen zu schildern versucht ist. Die Luft hat in solchen Böden nicht früh genug eindringen, ihn nicht erwärmen und die nothwendigen Processe zur Bildung assimilirbarer Nährstoffe hervorrufen können; Folge davon ist, daß es dem Samen zunächst an dem zum Keimen nothwendigen Sauerstoff fehlt, so daß ein Theil derselben zu Grunde geht und verfault. Bei denjenigen, welche wirklich zur Entwickelung kommen, geht diese nur langsam vor sich und es entstehen schwache Pflanzen, welche, wenn nicht später noch sehr günstige climatische Verhältnisse eintreten, auch nur eine kümmerliche Ernte erwarten lassen können.

Angedeutet ist ferner bereits die in Folge der Nässe im Boden erzeugte Kälte mit ihren auf das Leben der Pflanzen nachtheiligen Einflüssen. Das Wasser hat wie im I. Bd. p. 204 u. f. ausgesprochen, von allen flüssigen und festen Körpern die größte Wärme-Capacität und muß wegen dieser Eigenschaft in verschiedener Art zur Erkältung des Bodens beitragen. Das in die tieferen Schichten des Bodens versinkende Wasser entführt ihm die Wärme, welche dasselbe bei der betreffenden Temperatur zu binden im Stande ist. Wirkt die Wärme der Sonnenstrahlen auf einen solchen Boden ein, so wird derselbe durch diese weit langsamer erwärmt, als ein trockener, weil das Wasser, um von einem Temperaturgrade auf einen höheren erwärmt zu werden, sehr viel mehr Wärme, als die Bodenbestandtheile absorbirt. Durch die stets vor sich gehende Verdunstung von Wassergas verliert der feuchte Boden ebenfalls bedeutend mehr Wärme als der trockene, da bei jenem eine größere Menge Wasser Gasform anzunehmen bestrebt ist, als bei diesem. Die nachtheilige Wirkung, welche dieser erkältende Einfluß des Wassers auf den Boden und die Pflanze ausübt, braucht nur erwähnt zu werden. Die Pflanzen bedürfen zu ihrem Wachsthum eine bestimmte Menge von Wärme und die im Boden fortwährend stattfindenden Umsetzungen werden durch die Wärme wesentlich unterstützt.

§ 434.

2. Vortheile der Entwässerung.

Aus den bisher besprochenen nachtheiligen Folgen der Nässe gehen die günstigen Wirkungen, welche einem Boden, der an derselben nicht leidet, erwachsen, bereits hervor. Hindert im Frühjahr die Nässe die Bearbeitung eines Feldes nicht, so kann dieselbe früh geschehen, Luft, Wärme u. s. w. können in denselben eintreten und ihre günstigen Wirkungen auf ihn ausüben, welche in den schon mehrfach beschriebenen, für das Wachsthum der Pflanzen nothwendigen Umsetzungen und Zersetzungen der Bodenbestandtheile bestehen: die zur normalen Ernährung der Pflanze dienenden Stoffe bilden sich in der erforderlichen Menge und geeigneten Form. Ein entwässerter Boden bietet sonach den Samen die das Keimen bedingenden Factoren: Sauerstoff, Wärme und Feuchtigkeit in der entsprechenden Menge. Die

aus den Samen sich entwickelnden jungen Pflanzen finden in demselben ferner die zu ihrem weiteren Wachsthum nothwendigen Nährstoffe in der erforderlichen Menge und Form. Dasselbe gilt natürlich auch von den im Herbste bestellten Feldern.

§ 435.

3. Ursachen der Feuchtigkeit eines Feldes.

Die Nässe eines Bodens kann eine capillarische sein, oder von stauendem Wasser herrühren.

Unter capillarischer Feuchtigkeit eines Bodens ist diejenige zu verstehen, welche durch die wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft von demselben aufgenommen und festgehalten wird. Dieselbe wird schädlich, sobald der Boden vollständig mit capillarem Wasser gesättigt ist. Dieser Fall tritt ein, wenn dem Boden mehr Wasser zugeführt wird, als er entweder in den Untergrund oder von der Oberfläche schnell verdunsten kann.

Die capillarische Feuchtigkeit rührt entweder von atmosphärischen Niederschlägen allein oder von diesen und dem Untergrundwasser her, welches vermöge der Capillarität in die höheren Schichten gesaugt wird. Da die wasserfassende und wasserzurückhaltende Kraft der einzelnen Böden eine verschieden große ist, so muß auch der eine Boden durch dieselbe wesentlich mehr leiden, als der andere. Am größten ist sie beim Thonboden und Humusboden, geringer beim Lehm- und Kalkboden und am geringsten beim Sandboden. Hieraus folgt, daß die Entziehung dieses Wassers für den einen Boden wichtiger, als für den anderen sein muß, daß also der eine der Entwässerung in weit höherem Grade bedarf, als der andere.

Die durch stauendes Wasser hervorgerufene große Feuchtigkeit eines Bodens rührt vom Wasser her, welches sich in den nicht capillaren, d. h. also in den größeren Räumen des Untergrundes angesammelt hat. Dergleichen Wasser hat seinen Ursprung entweder in den atmosphärischen Niederschlägen oder in den im Boden befindlichen Quellen. Durch die atmosphärischen Niederschläge entsteht im Boden stauendes Wasser, wenn sich in der Erde eine undurchlassende Schicht befindet, durch welche das atmosphärische Wasser nicht durchdringen kann. Je tiefer diese undurchlassende Schicht liegt, um so weniger schädlich ist das stauende Wasser; ihre nachtheilige Wirkung beruht dann in

Quellenbildung in den tieferen Stellen des Untergrundes, aus welchen das Wasser den höheren Schichten durch Capillarität zugeführt wird. Das Untergrundwasser, welches für den Boden um so gefährlicher wird, wenn es fortwährend durch Quellen genährt ist, tritt um so höher in die Ackerkrume hinein, je niedriger im Verhältniß zur Ackerkrume der Spiegel desselben ist. Sind directe atmosphärische Niederschläge allein die Ursache des stauenden Wassers, so leidet der Boden in den Zeiten des Jahres daran, welche sich durch bedeutenden Regen- und Schneefall auszeichnen.

4. Entwässerung des Bodens.

§ 436.

a. Vorbemerkung.

Es giebt verschiedene Mittel, um den Boden von seiner übergroßen Feuchtigkeit zu befreien. Das einfachste und das am längsten angewendete ist das der Ziehung von Gräben, dem sich die Furchen und die verschiedenen Bestellungsarten der Aecker — Beetkultur u. s. w. — anschließen. Schwieriger und daher später benutzt ist die von dem Engländer Elkington zuerst in Anwendung gebrachte Methode der Entwässerung, welche auf Durchbrechung der undurchlassenden Schicht beruht und durch welche theilweise vorzügliche Resultate erzielt worden sind. Am vollständigsten dagegen wird die Entwässerung durch Röhren bewirkt; es ist dies diejenige Methode der Entwässerung, welche von England aus unter dem Namen „Drainage" zu uns gekommen ist.

Die einzelnen Methoden der Entwässerung können selbstverständlich nur dann richtig angewendet werden, wenn die Ursachen der Bodenfeuchtigkeit und die geognostischen Verhältnisse des betreffenden Ackers richtig erkannt sind.

§ 437.

b. Entwässerung durch Gräben.

Die Wasserableitung durch Gräben ist da nothwendig, wo die Bodenfeuchtigkeit mit von stauendem Wasser herrührt, mag dasselbe durch eine undurchlassende Schicht in dem oberen Unter-

grunde, oder in den tieferen Lagen desselben entstanden sein. Die undurchlassende Schicht ist fast nie vollständig horizontal, sondern hat in den bei weitem meisten Fällen nach irgend einer Richtung hin eine tiefere Lage, in welcher sich das Wasser vorherrschend ansammelt. Soll nun durch Gräben solches Wasser fortgeführt werden, so muß, sobald sich die undurchlassende Schicht in dem oberen Untergrunde befindet, dieselbe durchbrochen werden; liegt sie dagegen wesentlich tiefer, so daß durch Quellenbildung die Feuchtigkeit des Bodens bedingt ist, so muß die Sohle des Grabens tiefer, als der Spiegel dieses Wassers liegen. Die Wirkung der Gräben als Entwässerungsmittel erklärt sich leicht. Das im Boden befindliche Wasser wird vermöge hydrostatischen Druckes von oben nach unten, ferner auch von unten nach oben, sowie nach den Seiten hin gedrängt. Sobald die Acker- resp. Wiesenfläche durch Gräben durchbrochen ist, wird das nach den Seiten hingeführte Wasser sich in denselben ansammeln und bei richtigem Gefälle abfließen. Der Stand des Wassers in den Gräben zeigt natürlich den im Erdboden an. Wichtig bei der Ziehung der Gräben ist, Senkungen in der undurchlassenden Schicht auszusuchen, in denen sich das Wasser von selbst ansammelt. Der Grad der Vervollkommenheit der Entwässerung durch Gräben hängt von der richtigen Wahl der Lage, der richtigen Tiefe, dem Gefäll und der Zahl derselben ab. Daß die durch die Gräben bewirkte Entwässerung in den meisten Fällen in weit vollkommenerem Grade durch die Röhren erzielt wird, bedarf kaum der Anführung. Andererseits sind aber häufig die Gräben nicht ganz zu entbehren; ihre Zahl wird indeß durch die Drainage wesentlich verringert.

§ 438.

c. Entwässerung durch Furchen.

Die Aufgabe der Furchen ist das durch starke atmosphärische Niederschläge zum Acker geführte Wasser von dem Boden schnell abzuführen. Es ist hierbei natürlich gleichgültig, ob dasselbe in Form von Regen oder Schnee zum Boden gelangt ist. Richtiges Gefäll ist bei der Anlage derselben selbstverständlich Bedingung; ebenso muß die ganze Lage des Bodens berücksichtigt werden; natürliche Senkungen u. dgl. sind zu benutzen u. s. w. Die Furchen können ferner ihre Aufgabe nur da lösen, wo die Bodenbeschaffenheit eine solche ist, daß sich auf dem Boden über-

haupt Wasser ansammeln kann, daß also das auf denselben fallende Wasser nicht sogleich in die Ackerkrume einzudringen im Stande ist.

Aus dem Ebengesagten geht hervor, daß die Wasserfurchen auch bei drainirtem Boden nicht immer zu entbehren sein werden. Vor allem nicht im ersten, resp. zweiten Jahre nach der Drainage.

§ 439.

d. Entwässerung durch Bohrung.

Die Anwendung dieser Methode der Entwässerung, welche im Verein mit Grabenziehung seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts benutzt wird, setzt richtige Kenntnisse der geognostischen Verhältnisse des betreffenden Feldes voraus. Sie beruht darauf, daß an richtigen Stellen die undurchlassende Schicht durchbrochen und so das Wasser hindurchtreten und entweder in die tieferen Schichten des Untergrundes, wobei Bedingung ist, daß dieselben durchlassend sind, oder in Gräben hineingeleitet werden kann.

Denken wir uns als Beispiel einen in einer Einsenkung zwischen Kieshügeln befindlichen Thonboden, welcher an den höheren Punkten durch Quellen aus den Kieshügeln fortwährend bewässert wird. Unter dem Thonlager vereinigen sich die Kieshügel. Sobald nun durch einen Graben, welcher auch an der niedrigsten Stelle des Bodens angelegt sein mag, die Thonschicht nicht durchbrochen ist, kann dieselbe nie genügend entwässert werden. Ist die Tiefe der Thonschicht eine bedeutende, so würde die Führung eines Grabens bis zur Kiesunterlage entweder ganz unmöglich, oder doch mit sehr großen Kosten verbunden sein. Macht man dagegen auf der Grabensohle ein Bohrloch, welches durch die Thonschicht hindurch bis auf die unterliegende Kiesschicht geht, so erreicht man dasselbe, als hätte man den ganzen Graben so tief angelegt. Das Wasser steigt aus der Kiesschicht in dem Bohrloche bis zur Grabensohle und wird durch den Graben weggeführt; alle über dem Niveau der Grabensohle befindlichen Quellen hören so auf zu fließen, weil ihr Wasser sich seinen Weg durch die unter der Thonschicht befindlichen Kieslage vermittelst des Bohrlochs in den Graben bahnen kann.

§ 440.

e. Entwässerung durch Röhrenleitung (Drainage).

a. Begriffsentwickelung und Art der Wasseraufnahme.

Die Entwässerung durch Röhrenleitung beruht darauf, daß in einer gewissen Tiefe der Ackerkrume ein System von Röhrensträngen gelegt wird, durch welche das Wasser aus dem Boden weggeführt werden soll. Man unterscheidet hierbei Haupt- und Neben- oder Saug-Drains; die letzteren haben die Aufgabe, das sich in ihnen aus dem Boden sammelnde Wasser in die Hauptdrains zu führen, während diese es aus dem Boden fortzuführen haben. Auf einen Hauptdrains kommt somit immer eine Anzahl Saugdrains; ein constantes Verhältniß zwischen beiden findet nicht statt.

Während man, wie aus dem kurzen geschichtlichen Ueberblick hervorgeht, früher zur Bildung der Kanäle sich der Steine, des Strauchwerkes u. dgl. bediente, werden jetzt gebrannte Thonröhren benutzt.

Bei den Thonröhren nahm man zuerst an, daß das Wasser vorherrschend durch die Wandungen derselben in sie eintrete, genauere Beobachtnngen und Versuche zeigten jedoch bald, daß dies nicht der Fall, sondern daß die Hauptwassermenge durch die Stoßfugen in die Röhren gelangt.

Krocker in Proskau fand, daß eine 31 cm. lange und 2,7 cm. weite Röhre in 24 Stunden im schwach gebrannten Zustande 66,7 bis 100 Grm., wenn sie aus Hechselthon gefertigt war, 50 bis 66,7 Grm. und im scharf gebrannten Zustande nur 16,7 bis 33,4 Grm. Wasser durchließ.

Karmarsch bestimmte die durch schwach oder scharf gebrannte Röhren in 24 Stunden aufgenommene Wassermenge zu 12,25 bis 141,7 Grm.

Nach Bestimmungen in Proskau lieferte ein Röhrenstrang von 56 Ruthen Länge in einer Tiefe von 94 cm. im Monat Mai in 24 Stunden 40000—50000 ℔ Wasser; nehmen wir von den von Krocker erhaltenen Zahlen die höchste, nämlich 100 Grm., als die Wassermenge, welche in 24 Stunden in eine 31 cm. lange Röhre eintritt, so macht dies für einen Röhrenstrang von 56 Ruthen 128 ℔. Es ist dies somit nur ein kleiner Bruchtheil des Wassers, welches durch die Röhren fortgeführt wurde.

Man hat ferner glasirte Röhren benutzt, welche durch die Wandungen, da deren Poren geschlossen waren, nichts aufnehmen konnten, und gefunden, daß sie eben so gut als unglasirte wirkten.

§ 441.

b. Wirkung der Drains und Art der Anlage derselben.

Von den Drains wird zunächst das in ihrer unmittelbaren Umgebung befindliche Wasser aufgenommen. Dadurch tritt aus den nächst höher liegenden Schichten Wasser vermöge seiner Schwere wieder an die Drains heran u. s. f. Das Nachtreten des Wassers aus den höheren Schichten wird weiterhin durch den hydrostatischen Druck wesentlich bewirkt und unterstützt. In einem mit Wasser gefüllten Gefäße übt das in der obersten Schicht gelegene Wassertheilchen einen Druck auf das nächstfolgende aus, welchen dieses zugleich mit seinem auf das folgende u. s. w. fortpflanzt, so daß also das unterste den Druck sämmtlicher über demselben befindlichen Partikelchen auszuhalten hat; dieser Druck muß somit um so stärker sein, je höher sich das Niveau des Wassers über der betreffenden letzten Schicht befindet. Ganz ähnlich ist es mit einem von Wasser gesättigten Boden; auch hier drückt das obere Wasserpartikelchen auf das nachfolgende u. s. w. Hieraus folgt, daß der Druck auf die den Drains zunächst gelegenen Wassertheilchen, oder mit anderen Worten die Kraft und Schnelligkeit, mit der diese in die Röhren eintreten, von der Tiefe, in welcher sich die Drains befinden, abhängen muß. Bei dem Durchsickern des Wassers nach den Drains hin bildet sich dasselbe vielfach bestimmte Wege; es entstehen nämlich im Boden beim Trockenwerden Spalten, Risse u. dgl., welche von dem Wasser zur Weiterwanderung benutzt werden. Dies erleichtert selbstverständlich den Wasserabzug bedeutend. Aus diesem Grunde fließen bei Anlegung von Drains in sehr bindigen, feuchten Böden dieselben oft anfänglich nur sehr schwach, was so lange dauert, bis das oben Ausgesprochene mehr und mehr eingetreten ist.

Die Drains führen aus dem Boden den größten Theil des in demselben befindlichen tropfbarflüssigen Wassers fort; dem Boden verbleibt somit das Wasser, welches er vermöge der physikalischen und chemischen Beschaffenheit seiner Bestandtheile als hygroscopisches und als Hydrat- u. s. w. Wasser festzuhalten im Stande ist. Tropfbarflüssiges Wasser erhält der Boden nicht allein durch die atmosphärischen Niederschläge oder durch Untergrundwasser, sondern es kann sich auch in demselben aus gasförmigem Wasser durch Temperaturdifferenz bilden, hieraus er-

klärt sich, daß Drains, wenn sie zu laufen aufgehört haben, mit einem Male wieder Wasser abgeben, ohne daß Regen gefallen ist.

Da die Schnelligkeit, mit welcher das Wasser in die Drains tritt, von der Tiefe der letzteren abhängt, so geht hieraus hervor, daß bei der Drainage diese eine wichtige Rolle spielt. Man kann hieraus folgern, daß in einem Boden die Drains um so tiefer gelegt werden müssen, je feuchter er ist und umgekehrt. Dies ist jedoch nur bedingt richtig; je tiefer die Drains gelegt werden, um so mehr kostet die Anlage; andererseits müssen sie mindestens so tief gelegt sein, daß sie von den Ackergeräthen nicht berührt werden. Die Erfahrung hat ergeben, daß für die meisten Verhältnisse eine Tiefe von $1^1/_4$ m die beste ist (bei leichtem Boden ca. 1 m).

Von großer Wichtigkeit bei der Anlage ist ferner die Entfernung der Drains von einander; diese wird von der Beschaffenheit des Bodens: (je feuchter und bindiger, um so näher, je leichter und trockener, um so weiter) und von der Tiefe, in welche die Drains gelegt werden, bedingt.

Nach Leclerc kann bei gleichartigem Thonboden die Entfernung derselben 6,75 bis 10 m., bei Sandboden 15 bis 20 m. u. s. w. betragen; hierbei Tiefe der Röhren $1^1/_4$ m. Diese Entfernung ist jedoch für die meisten Fälle eine zu große; jetzt legt man die Hauptdrains meistens 5 bis 8 m. bei schwererem und 10 bis höchstens 15 m. bei leichterem Boden.

In Betreff der Weite der Röhren der Nebendrains hat sich gezeigt, daß die von $3^1/_2$ cm Durchmesser die geeignetsten sind. Die Weite der Haupt- oder Sammel-Drains hängt von der Menge Wasser ab, welche sie fortzuführen haben.

Die Röhrenlänge beträgt meistens 30 cm; je länger dieselben sind, um so weniger Stoßfugen haben sie, durch welche ja das Wasser vorherrschend eindringt, und um so schwieriger ist die Arbeit des Legens.

Daß sowohl Sammel- als Neben-Drains das zur Leitung des Wassers erforderliche Gefäll haben müssen, bedarf kaum erwähnt zu werden.

Beim Legen der Drains und der Bestimmung ihrer Tiefe ist noch auf die Beschaffenheit des Untergrundes Rücksicht zu nehmen; sie dürfen nicht in Flugsand gelegt werden, da hier ein Verschieben und Verstopfen derselben zu leicht eintreten kann. In diesem Falle muß man so tief gehen, bis eine festere Unterlage gefunden ist, oder es muß auf andere Weise, z. B. durch Bohlenlegen u. dgl. Hülfe geschaffen werden.

Ferner ist zu bedenken, daß die Drains nicht nur entwässern, sondern auch bewässern sollen, weshalb beim Legen darauf geachtet werden muß, daß sich über denselben nicht eine Kiesschicht befindet.

Versuche des Verfassers haben ergeben, daß durch eine Kiesschicht von 3 cm. das Wasser-Auffaugungsvermögen der Erde aufgehoben wird. Befindet sich somit zwischen Ackerkrume und den Drains eine Kiesschicht von 3 cm., so kann Wasser unterhalb derselben nicht in die Ackerkrume gelangen.

§ 442.

c. Weitere Vortheile der Drainage.

Durch die Drainage wird der Boden am vollständigsten entwässert und es treten somit für denselben all die günstigen Folgen ein, welche bereits oben besprochen sind: zeitiges Trockenwerden im Frühjahr, dadurch Eindringen der Luft und Wärme in denselben, frühe Bestellung u. s. w.

Gerade diese so großen Vortheile haben sich unter anderen in den so sehr feuchten Jahren 1867 und 1882 auf das glänzendste bewährt: Aecker, welche drainirt waren, konnten mehrere Wochen früher, als nicht drainirte, von derselben Beschaffenheit bestellt werden.

Die Drainage macht ferner eine große Anzahl offener Gräben überflüssig, wodurch nicht unbedeutende Flächen Landes gewonnen werden; ferner wird die Bestellung wesentlich erleichtert und in der Zeit beschleunigt; die Kosten für die Instandhaltung der Gräben fallen fort.

§ 443.

d. Die der Drainage gemachten Vorwürfe.

1. Durch dieselbe werde der Boden so trocken gelegt, daß dadurch für die Pflanzen nachtheilige Folgen entständen. Dieser Einwurf ist durchaus unbegründet. Wie bereits gezeigt, ist übergroße Nässe dem Pflanzenwachsthum entschieden schädlich; der Boden ist, wenn wir hier nur eins herausgreifen, verschlossener und somit kann die Beackerung auch nur eine flache sein, was die Pflanzen zwingt, ihre Wurzeln nur in den oberen Schichten der Ackerkrume zu entwickeln und dort ihre

Nahrung zu suchen. Ist dagegen der Acker trocken gelegt, so ist er durchweg lockerer und poröser, die atmosphärische Feuchtigkeit kann viel tiefer in ihn eindringen und ihm somit auch viel Wasser zuführen. Die Pflanzen schicken dann ihre Wurzeln in die tieferen Schichten und holen dort ihre Nahrung. Die Erdmenge, welche den Pflanzen beim drainirten Boden zur Disposition steht, ist also eine viel größere; mit dieser wird ihr somit auch ein größeres Quantum von Feuchtigkeit geboten. Die Drains entziehen ferner dem Boden, wie erwähnt, nicht alles Wasser, und bewirken andererseits wieder eine Bewässerung von unten. Somit ist der Vorwurf, daß durch die Drainage die Pflanzen an Dürre leiden müssen, entschieden ein unbegründeter.

Viele Versuche haben das eben Gesagte hinreichend bestätigt.

2. Der Drainage ist ferner der Vorwurf gemacht worden, daß durch sie dem Boden eine bedeutende Menge Pflanzennährstoffe entzogen würden. Im I. Bd. p. 373 u. f. haben wir einige Analysen von Drainwasser mitgetheilt, welche darthun, daß in demselben nur sehr geringe Mengen der wichtigsten Pflanzennährstoffe enthalten sind, was sich aus dem Absorptions-Vermögen des Bodens leicht erklärt.

Im Drainwasser finden wir vor allem diejenigen Stoffe, gegen welche der Boden entweder kein oder ein beschränktes Absorptions-Vermögen besitzt; diese Stoffe werden ihm somit entzogen. Durch den Verlust der meisten dieser Stoffe wird dem Boden vielfach kein Nachtheil, sondern gerade das Gegentheil zugefügt. Wir erinnern hier nur an das beim Kali in Betreff der Chloride des Calciums und Magnesiums Angeführte. Lösliche Humusstoffe sind ferner im Drainwasser meistens in großer Menge enthalten, deren Fortführung ebenfalls in der Regel mehr von Vortheil als von Nachtheil ist.

Zu den in größeren Mengen abgeführten Stoffen gehört leider auch die für die Ernährung so wichtige Salpetersäure, da der Boden für dieselbe nur ein geringes Absorptions-Vermögen besitzt. Die Fortführung der Salpetersäure ist natürlich ein Verlust für den Boden und involvirt einen Vorwurf gegen die Drainage; gemildert wird derselbe jedoch wieder durch die Thatsache, daß sie auch ohne dieselbe durch Versinken in den Untergrund zum Theil den Pflanzen verloren geht.

Die Gegenwart größerer Mengen Salpetersäure macht schon allein eine anderweitige Benutzung des Drainwassers wünschenswerth. Bei der von Petersen erfundenen Methode der Wiesenberieselung ist dies der Fall.

II. Bewässerung.

§ 444.

Vorbemerkung.

Wie im I. Bd. p. 563 u. f. dargethan worden, ist nicht nur ein zu großer Feuchtigkeitszustand des Bodens für die Pflanzen von schädlichen Folgen, sondern ebenso eine zu große Trockenheit. Wir haben dort gesehen, daß die Pflanzen sehr bedeutende Mengen von Wasser gebrauchen und daß der Boden der Hauptfactor ist, der dasselbe liefern muß; somit muß der Landwirth auch bemüht sein, soweit es in seinen Kräften steht, einem Wassermangel des Bodens vorzubeugen. Wenn er auch auf die tropfbarflüssigen, atmosphärischen Niederschläge als Einzelner einen Einfluß in irgend wesentlicher Art nicht auszuüben vermag, so kann er sich dagegen das Wasser von Flüssen, Seen, Teichen u. dgl. dienstbar machen. Der Landwirth ist somit, sobald er bewässern will, auf das Wasser von Flüssen, Seen, Teichen und eventuell auf das Drainwasser angewiesen.

§ 445.

1. Indirecte Bewässerung.

a. Durch Lockerung des Bodens in Folge der Drainage.

Durch die Bodenlockerung wird die wasserfassende Kraft der Erde wesentlich erhöht, da ein lockerer Boden mehr Wasser aufzunehmen im Stande ist, als ein fester.

Nach Versuchen des Verfassers nahm dieselbe Erde bei derselben Temperatur locker aufgeschüttet 42,5 und fest eingestampft 31,5 % Wasser auf. Die Versuche sind in Röhren, welche 5 cm. Durchmesser hatten und 25 cm. hoch mit Erde gefüllt waren, angestellt.

b. Durch Beschattung.

Die günstige Wirkung der Beschattung für den Boden durch blattreiche Gewächse ist schon bei der Gründüngung p. 911 u. f. erwähnt, so daß hier auf das dort Gesagte verwiesen werden kann.

c. Durch Einfriedigung.

Durch Anlegung lebendiger Hecken um die betreffenden Aecker ist man im geringen Grade im Stande, dem Boden Wasser in größerer Menge, als ohne dieselben zu erhalten. Die Bewegung der Luft ist, wie bereits Bd. I. p. 203 gezeigt, für die Verdunstung des Wassers ein außerordentlich wichtiger Factor; sobald nun der Luftzug vermindert wird, kann eine austrocknende Luft dem Boden um so weniger Wasser entziehen und eine feuchte ihm dasselbe um so mehr erhalten und zuführen, da die Hecken eine Beschränkung der Luftbewegung in den untersten Schichten der Atmosphäre bewirken. Für Böden, welche leicht Mangel an Feuchtigkeit haben, können daher Hecken in gewissem Grade von günstiger Wirkung sein.

Bei der Anlage der Hecken sind die Terrain-Verhältnisse, die Richtung der Winde überhaupt und besonders die der trockenen zu berücksichtigen.

d. Durch günstige Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens.

a. Durch Düngung.

Wie der Stalldung auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens günstig verändernd einzuwirken vermag, ist bereits in diesem Bande p. 177 u. f. darzulegen versucht worden.

b. Durch Vermischung mit Erde.

Auch die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften, der wasserzurückhaltenden und wasserfassenden Kraft des Bodens 2c. durch Vermischung mit einer entsprechenden Erde ist schon an mehreren Stellen in diesem Bande, so unter anderen p. 834 und 932 besprochen worden.

§ 446.

2. Directe Bewässerung.

Die Bewässerung durch Zuführung tropfbarflüssigen Wassers aus Flüssen, Seen u. dgl. ist in Deutschland bis jetzt mit wenigen Ausnahmen nur bei Wiesen in Anwendung gekommen. In Japan, Italien und anderen südlichen Gegenden finden wir sie dagegen vielfach in Gebrauch. — Reiscultur.

Die Wiesenbewässerung.

A. Vorbemerkung.

Die Bewässerung der Wiesen ist entweder eine natürliche — Ueberschwemmung — oder eine künstliche — Ueberrieselung, Ueberstauung. Die natürliche Bewässerung liegt nicht in der Hand des Landwirthes; er kann somit wenig Einfluß auf dieselbe ausüben. Anders ist es dagegen mit der künstlichen Bewässerung. Diese hat der Landwirth ganz in der Hand und kann sie so leiten, wie es für die betreffenden Wiesen erforderlich ist. Daß gerade hierbei eine richtige Leitung der Bewässerung von außerordentlicher Bedeutung ist, bedarf kaum der Erwähnung. Es kann nun hier meine Aufgabe nicht sein, die verschiedenen Bewässerungs-Methoden und ihre Ausführung zu beschreiben, sondern ich werde mich darauf beschränken müssen, die Wirkungen, sowie einige Regeln bei der Ausführung derselben kurz darzulegen.

§ 447.

B. Wirkung der Berieselung*).

Die Wirkung der Berieselung besteht in:

a. Zuführung des für das Pflanzenwachsthum unentbehrlichen Wassers,

*) Untersuchungen über die quantitativen und qualitativen Veränderungen des Rieselwassers bei der Berieselung liegen mehrere vor. So wohl die erste von Vincent und Birner (1846), dann von H. Hervé Mangon, H. Bardeleben, H. Thiel, P. Ullick, P. Kresnick, O. Keller und die umfassenden, eine Reihe von Jahren fortgesetzten Untersuchungen von J. König. — Zu nennen sind als hierher gehörig ferner noch die von Frankland, Denisson und Morton mit Canal-

b. Zuführung von festen und gasförmigen Pflanzennährstoffen,

c. bodenreinigender, oxydirender und entsäuernder Wirkung,

d. Aufschließung und Vertheilung der im Boden vorhandenen Pflanzennährstoffe,

e. Schutz der Pflanzen gegen climatische Einflüsse.

a. Zuführung von Wasser.

Die hohe Bedeutung des Wassers für die Vegetation ist im I. Bd. beim Kapitel Wasser dargelegt worden, so daß hier auf das dort Ausgeführte verwiesen werden kann.

Die so wichtige Frage über die für die Berieselung erforderliche Wassermenge, sowie über die Veränderungen des Rieselwassers in quantitativer Beziehung soll auch hier, soweit darüber Angaben vorliegen, zu beantworten versucht werden.

Die Menge des zur Berieselung nothwendigen Wassers hängt vor allem von dem System, welches für die Berieselung angewendet wird, ab.

J. König*), dessen gewonnene Resultate für die ganze Berieselungsfrage als grundlegend hingestellt werden müssen, spricht sich hierüber, wie folgt, aus:

„1. Das Vincent'sche System, d. h. die einfache, oberirdische Rückenbau- oder Hangbau-Rieselung, ist dort am Platze, wo man größere Wassermengen zur Verfügung hat und der Untergrund hinreichend durchlässig ist; als eine mittlere hierzu erforderliche Wassermenge kann man 100 Liter pro Hectar und Secunde annehmen.

---

wasser, die von H. M. Leeves mit Abflußwässern einer Stärkemehlfabrik, die von M. Märcker und Degener mit den Abflußwässern einer Zuckerfabrik u. s. w. Als Grundlage für die Besprechung der Wirkung der Berieselung habe ich vor allem die Untersuchungen von J. König zu Grunde gelegt, da dieselben die umfassendsten, eingehendsten und neuesten sind.

*) Bei dem Anlegen der Wiesen sowie den Wassermessungen ist König von dem Baurath R. Michaelis und dem Wiesenbautechniker H. Breme, und bei den chemischen Untersuchungen ꝛc. von Dr. E. Brimmer, Dr. L. Mutscher, Dr. W. von der Becke, Dr. E. Krauch, Dr. C. Böhmer, Dr. J. Cosack und Dr. H. Weigmann unterstützt worden.

Hier wird durch die Masse des abgeleiteten Wassers erreicht, was bei der Drainage die Bodenlüftung bewirkt.

2. Hat man weniger Wasser zur Verfügung, etwa 10 bis 70 Liter pro Hectar, so kann man die oxydirende Wirkung des Wassers durch Drainage unterstützen.

3. Die Petersen's Drainage (mit vielen Ventilkästen) ist da am Platze, wo es gilt, mit den geringsten Mengen Wasser einen Effect zu erzielen, oder wo man wegen zu starken Gefälles ein rasches Verschwinden des Wassers in den drainirten Untergrund befürchten muß, oder wo bei geringen Wassermengen ein sehr saurer Boden vorhanden ist, bei welchem die entsäuernde (oxydirende) Wirkung des Wassers durch abwechselndes Anfeuchten und Ablassen des Wassers, d. h. also durch Luftzuführung unterstützt werden muß.

4. Disponirt man über mehr Wasser, etwa 20—30 Liter pro Hectar und Secunde und ist das Gefäll ein mäßiges, so kann man zweckmäßig von der Abel'schen Drainage (nämlich einem einzigen Ventilkasten 2c. für eine größere Fläche statt mehrerer) Gebrauch machen; sie hat auch noch den Vorzug, daß sich das Wasser ganz allmählich erst auf 1 dann auf 2 Fuß 2c. abstellen läßt und nicht auf ein Mal, wie bei Petersen, wodurch nicht selten in Folge des auf einmal wirkenden zu starken Druckes der Wassersäule von 4 bis 5 Fuß ein Wegspülen von feinen Bodentheilchen und eine Versandung der Drainröhren bedingt ist.

5. Sind noch größere Mengen, etwa 50—70 Liter pro Hectar und Minute vorhanden und hat man ferner nur ein geringes Gefäll und kann die Drains hinreichend tief legen, so daß ein Wegspülen des Bodens durch die Drains nicht zu befürchten ist, so kann man die Drainage ruhig, wie im Acker, legen, d. h. ohne irgend einen Ventilkasten anzubringen."

König fügt dann noch hinzu:

„In den beiden ersten Fällen tritt weniger Wasser aus den Drains, aber mit einer stärkeren Oxydationswirkung, in dem letzteren mehr Wasser aber mit schwächerer Wirkung, so daß der Gesammteffect annähernd gleich ist.

Die Lüftung des Bodens kann auch zu weit gehen, indem eine größere Menge gebildeter Kohlensäure auch einen erhöhten Austritt von Kalk zur Folge hat. Hierin beruht ohne Zweifel

wesentlich mit der Grund, daß man in südlicheren Gegenden und im Sommer mit weniger Wasser zu rieseln pflegt, als in nördlichen Gegenden resp. im Winter. Bei der höheren Temperatur des Wassers und des Bodens können die Oxydationswirkungen so intensiv verlaufen, daß sie eher schädlich als nützlich wirken, indem durch die erhöhte Kohlensäurebildung bei Anwendung von großen Wassermengen ein Auswaschen an Bodennährstoffen statthaben kann. Selbstverständlich spielen hierbei auch die verschiedenen Temperatur-Verhältnisse des Wassers und Bodens mit eine Rolle. — Weiterhin kann man von einem sehr mageren Wasser bei nur geringen vorhandenen Quantitäten auch keine düngende Wirkung erwarten, sondern muß alsdann besonders auf den Drainagesystemen durch künstliche Düngung nachhelfen. Um nach dieser Richtung hin einen Anhalt zu geben, glaube ich ein Wasser als von guter, mittlerer Qualität für Berieselungszwecke bezeichnen zu dürfen, welches pro 1 Liter enthält:

Sauerstoff . . .	4,0	ccm.
Kalk	100,0	mg.
Magnesia . . .	8,0	"
Kali	10,0	"
Natron	25,0	"
Schwefelsäure . .	30,0	"
Chlor	30,0	"
Kohlensäure . .	175,0	"
Salpetersäure . .	10,0	""

Was weiterhin die so sehr wichtige Frage über die Veränderungen des Rieselwassers in quantitativer Beziehung anbetrifft, so äußert sich König darüber, gestützt auf seine zahlreichen Versuche, wie folgt:

„Die procentische Abnahme der Wassermenge bei einer Berieselung ist um so größer, je geringer die aufgeleiteten Wassermengen sind; gleiche Flächen verlieren (verdunsten) dagegen unter fast gleichen Verhälnissen annähernd gleiche absolute Mengen Wasser, mag ihnen viel oder wenig (1/4 normal) Wasser zugeführt werden, wenn nur soviel, daß die Wiesen sich im stets wassergesättigten Zustande befinden."

Die Menge des verlorengehenden Wassers hängt von einer Anzahl von Factoren ab, so daß sich über die quantitativen Verluste bei der Berieselung nie allgemein, d. h. für jeden Fall gültige Regeln aufstellen lassen werden.

Ein wichtiger Factor ist die Verdunstung von P[illegible] und Boden, aber allein bedingt dieselbe durchaus nicht [illegible] deutenden Verluste. Ein weiterer Factor ist die Versi[illegible] und Fortführung durch die unteren Bodenschichten, [illegible] wiederum abhängig ist von der größeren oder geringer[illegible] neigten Lage des Bodens und von der Beschaffenheit des[illegible] besonders des Untergrundes z. B. ob durchlassender Sand [illegible] oder Thon denselben bilden.

Um über die Verluste, welche durch die Verdunstung entstehen, Anhaltspunkte zu gewinnen, hat König Versuche mit einem Rief[illegible] angestellt, welcher 2,52 m. lang, 1,00 m. breit und 1,57 m. tief w[illegible] vorne am Boden einen Abflußhahn für das sich dort sammelnde [illegible] und hinten eine Einflußöffnung, um Wasser von unten unter D[illegible] den Kasten eintreten zu lassen, hatte. Dieser Kasten war, wie fol[illegible] füllt. Die unterste Schicht am Boden bildete eine 31 cm. hohe La[illegible] grobem Sand, auf welchem ein Drainrohr liegt, das wasserdicht du[illegible] vordere Wandung des Kastens mit einem Abschlußhahn versehen is[illegible] dem Sande folgt eine 91 cm. hohe Lage von undurchlassendem [illegible] Senkel (feinsandiger Lehmboden) und darauf guter Rasenboden mit [illegible] in einer Stärke von 30 cm. In der Senkelschicht, 66 cm. übe[illegible] Boden des Kastens, liegt ein zweites Drainrohr, ebenfalls mit A[illegible] öffnung an der vorderen Wandung des Kastens.

Die mit diesem Rieselkasten behufs Feststellung des durch Verdu[illegible] verloren gehenden Wassers angestellten Versuche zeigt die folgende T[illegible] in ihren erhaltenen Mittelzahlen.

In 1 Minute flossen auf resp. ab:

	Auf-fließendes Wasser. ccm.	Abfließendes Wasser: Oberirdisch ccm.	Boden-Drainage ccm.	in Summa ccm.	Verlu[illegible]: im Ganzen ccm.	[illegible]
Herbst-Rieselung vom 21. November bis 6. December 1881	640,5	592,7	18,8	611,5	29,0	[illegible]
Frühjahrs-Rieselung vom 24. bis 26. Mai 1882	687,0	618,8	19,7	638,5	48,5	[illegible]
Sommer-Rieselung vom 18. bis 22. August 1882	690,0	580,8	6,2	587,0	103,0	14[illegible]

Bemerkt sei zu dieser Tabelle noch, daß die Messungen täglich 4-5mal stattgefunden haben.

Die Wasserverdunstung bei der Wiesenberieselung ist ebenfalls das Product einer Reihe von Factoren; sie hängt ab

a. von der Menge der im Boden enthaltenen Feuchtigkeit,

b. von der trockenen und dichteren Lagerung der Bodenpartikelchen,

c. von der Färbung der Oberfläche,

d. von der Größe derselben,

e. von der verschiedenen Inclination und Exposition der Bodenfläche,

f. von der Wärme, der relativen Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung,

g. von dem Wachsthum der Pflanzen.

Ist auch der gesammte Wasserverbrauch bei der Berieselung, wie bereits ausgesprochen, allgemein nicht feststellbar, so ist doch jedenfalls von Interesse, einige durch exacte Versuche festgestellte Zahlen kennen zu lernen. Wir geben daher auf den folgenden Tabellen die von J. König hierfür gefundenen Werthe in Kürze wieder.

1. Versuche auf der Boker-Haide.

	Menge des		Ab- resp. Zunahme im Ganzen		Mittlerer Wasserverbrauch pro Hectar und Secunde	Ab- resp. Zunahme pro Hectar und Secunde der Benutzung	
	aufließenden Wassers	abfließenden Wassers					
	cbm.	cbm.	cbm.	%	cbm.	cbm.	%
1. am 29. Juli 1875 .	2,946	1,954	— 0,992	— 33,6	0,123	— 0,0139	— 11,3
2. vom 27. Februar bis 1. März 1876 . . .	8,910	10,110	+ 1,200	+ 13,5	0,174	+ 0,0053	+ 3,0
3. vom 2. bis 4. Mai 1876	5,451	5,152	— 0,299	— 5,48	0,162	— 0,0028	— 1,7
4. vom 31. Juli bis 1. August 1876 . .	3,434	2,388	— 1,096	— 31,9	0,174	— 0,0206	— 11,4

2. Für andere Wiesenflächen in einer zweiten Versuchsreihe.

	Menge des aufließenden Wassers pro Hectar und Secunde	Menge des abfließenden Wassers pro Hectar und Secunde	Grad der Benutzung	Mittlere Tagestemperatur	Himmelsansicht	Abnahme pro Hectar und Secunde im Ganzen	Abnahme pro Hectar und Secunde in %	Abnahme für jede Benutzung
	cbm.	cbm.		° C.				%
I. Herbstrieselung:								
Auf der Talle vom 2.—3. November 1877	0,200	0,178	3	6,67	hell u. klar	0,022	11,0	3,67
In Mettingen vom 16. — 17. November 1877	0,141	0,131	6	6,74	bewölkt	0,010	7,1	1,18
II. Frühjahrsrieselung:								
Auf der Talle vom 25.—26. Februar 1878	0,261	0,261	17—30	6,18	theilweise Regen	—	—	—
In Hollage=Waccum vom 12. bis 13. April 1878	0,174	0,158	6	10,16	heller Sonnenschein	0,016	9,2	4,6
III. Sommerrieselung:								
Auf der Talle vom 7.—8. August 1878	0,153	0,126	25	19,48	bewölkt, starker Wind	0,027	17,6	?
In Mettingen vom 29.—30. Juli 1878	0,190	0,177	1	14,87	zeitweise Regen	0,013	6,8	6,8
In Hollage=Waccum vom 8. bis 9. August 1878	0,070	0,064	1	18,15	bewölkt	0,006	8,6	—

Der Wasserverbrauch ist somit ein sehr verschieder
wesen; er ging von 0,070 cbm. bis zu 0,300 cbm. im
Im Allgemeinen kann eine Wasserzufuhr von 0,125 cb
Hectar und Secunde als eine mittlere starke Rieselung be
werden (König).

§ 448.

b. Zuführung von Pflanzennährstoffen.

Alle in der Natur vorkommenden Wässer enthalte
schiedene Stoffe aufgelöst, wie dies die Analysen Bd. I. p. 2(
darthuen, und suspendirt (Schlamm, Schlick). Sobald ein
Wasser auf die Wiese gebracht wird und einige Zeit a
selben verbleibt, so setzt sich der Schlamm zum Theil a
ein Theil der gelösten Stoffe wird dem Wasser durch
Aufnahme durch die Pflanzen und dann durch Absorption en

J. König giebt seine aus seinen zahlreichen Versuc
dieser Richtung gezogenen Schlüsse in folgenden Sätzen:

„1. Ein Wasser wird um so mehr ausgenutzt, je ge
die aufgeleiteten Wassermengen sind; die absolute Ausn
d. h. die absolute zur Resorption gelangende Menge Näh
ist für gleiche Flächen unter sonst denselben Verhältnissen
bei einem Wasser von guter Qualität) annähernd gleich,
den Flächen viel oder wenig Wasser zugeführt werden.
dem Grunde kann ein Wasser um so häufiger benutzt w
je besser es ist und umgekehrt sind, um gleiche Düngewir
zu erzielen, um so größere Wassermengen erforderlich, je g
haltiger ein Wasser ist."

„2. Da ein Wasser um so mehr an mineralischen
stoffen verliert, je ärmer der Boden daran ist, so kan
Wasser auf magerem, armem Boden nicht so häufig mit
selben Vortheil zur Wiederbenutzung gelangen, als auf
nährfähigerem Boden."

„3. Die düngende Wirkung, d. h. die Abgabe von Mi
stoffen beruht nicht so sehr auf einer Absorption durc
Boden als auf einer directen Aufnahme durch die Pflanz
nach Bedürfniß; dieselbe ist um so stärker, je lebhafte
Wachsthum der Pflanzen ist."

Eine Ausnahme hiervon bildet das Kali, bei dem bestimn
sorption stattfindet.

Diese Sätze finden ihre Begründung in folgenden von Kö
haltenen Resultaten.

Bei der großen Zahl der angestellten Versuche ist es hier
verständlich nur möglich einige Mittelzahlen anzuführen; die fich
ders hierfür Interessirenden müssen wir auf die sehr interessanten O
abhandlungen verweisen (s. Quellenangaben).

Mittlere Zusammensetzung des Wassers. 1 Liter Wasser enthält:

	Auf-fließendes Wasser	Petersen's System		Abel's System		Vincent's System	Gewöhnliche Drainage	
		ober-irdisch abfließend	unter-irdisch abfließend	ober-irdisch abfließend	unter-irdisch abfließend	ober-irdisch abfließendes	ober-irdisch abfließend	unter-irdisch abfließend
		mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
1. Organische Substanz.								
Mittel der Herbst- u. Frühjahr-Berieselung	107,9	110,6	92,4	102,1	85,2	103,2	99,1	91,4
2. Kohlensäure.								
do. .	224,4	201,5	213,6	216,6	228,7	220,3	218,8	220,7
3. Kalk.								
do. .	148,7	135,8	140,5	138,8	142,1	143,5	142,0	140,2
4. Magnesia.								
do. .	9,0	8,4	8,3	8,3	8,3	8,4	8,8	8,6
5. Kali.								
do. .	16,8	10,6	9,4	10,9	6,9	14,0	11,4	8,8

	Auf-fließendes Wasser	Petersen's System		Abel's System		Vincent's System	Gewöhnliche Drainage	
		ober-irdisch abfließend	unter-irdisch abfließend	ober-irdisch abfließend	unter-irdisch abfließend	ober-irdisch abfließendes	ober-irdisch abfließend	unter-irdisch abfließend
		mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
6. Natron.								
Mittel der Herbst- u. Frühjahr-Berieselung	26,5	25,3	26,2	25,3	25,1	25,9	26,3	26,9
7. Chlor.								
do. .	25,5	25,9	25,9	26,4	25,8	26,1	26,4	26,3
8. Salpetersäure.								
do. .	13,5	10,3	11,2	10,6	10,1	11,2	11,2	9,6
9. Schwefelsäure.								
do. .	36,1	36,5	37,3	35,9	36,9	36,5	37,1	38,8
10. Suspendirte Stoffe.								
do. .	21,0	11,5	8,0	6,9	4,0	12,6	7,8	2,9
11. Phosphorsäure.								
Frühjahr-Berieselung	8,2	1,8	1,1	4,2	1,8	6,8	4,0	1,9

Für die Beurtheilung der Beschaffenheit des unterirdisch abfließenden Wassers ist die Frage ob und wie weit die Zusammensetzung des natürlichen (d. h. ohne Berieselung abfließenden) Drainage-Wassers die Zusammensetzung des während der Berieselung abfließenden Drainage-Wassers beeinflussen kann, von Wichtigkeit.

Für die Beantwortung dieser Frage liefert uns König auch das erforderliche Material. Es wurden zu dem Zwecke mehrmals kurz vor der Berieselung Proben von dem natürlich abfließenden Drainage-Wasser entnommen und untersucht.

Von dem vorliegenden Zahlen-Material entnehmen wir die folgenden; zu denselben sei bemerkt, daß sie das Mittel aus den Untersuchungen der 8 Haupt-Drainage-Systeme bilden.

	Drainage Wasser		Auffließendes Bachwasser
	vor	während	
	der Berieselung		
	24. Febr. 1880.	27.—28. Febr. 1880.	27.—28. Febr. 1880.
Organ. Stoffe mg.	60,1	92,5	125,1
Sauerstoff ccm. .	5,6	6,8	6,6
Kohlensäure mg. .	323,8	231,8	230,3
Kalk mg. . . .	169,2	147,2	150,9
Magnesia mg. . .	12,0	9,4	9,7
Kali mg.	5,2	7,4	12,5
Natron mg. . .	28,9	26,6	25,9
Chlor mg. . . .	26,2	28,1	28,3
Salpetersäure mg.	9,4	15,7	19,7
Schwefelsäure mg.	51,9	39,1	36,9
Suspendirte Stoffe mg. . .	9,8	4,3	34,2

Ist ein Wasser zu arm an Pflanzennährstoffen, so daß seine düngende Wirkung nur eine geringe sein würde, so kann diese durch die Zufuhr von künstlichen Düngemitteln, resp. durch Compost ersetzt werden. Die Unterstützung des armen Rieselungswassers durch künstliche Düngemittel läßt sich auch dadurch bewerkstelligen, daß dem Rieselwasser die betreffenden Düngerlösungen zugesetzt werden.

Auch hierüber liegen von König mehrere Versuche vor, von denen hier das Folgende angeführt werden soll. Dem Rieselwasser war am 2. Tage der Probenahme eine Düngerlösung von 75 Kilo Chlorkalium, 50 Kilo schwefelsaures Ammoniak und 50 Kilo Superphosphat mit 37,5 Kilo löslicher Phosphorsäure zugesetzt worden und am 3. Tage der Probenahme eine Lösung von 75 Kilo Kalisalpeter. Die Berieselung erfolgte am 7. und 8. März 1882; das Wasser wurde 2 mal benutzt.

1. Zufuhr von Chlorkalium, Ammoniaksalz und Su
phosphat (7. März).

	Kali mg.	Chlor mg.	Ammoniak mg.	Ph
21,6 Liter auffließendes Wasser	410,4	527,0	170,6	8
19,0 Liter abfließendes Wasser	239,4	522,0	45,6	1,
Abnahme in Milligr. .	171,0	5,0	125,0	2(
Abnahme in % . . .	41,6	1,0	73,2	(

2. Zufuhr von Kalisalpeter (7. März).

	Kali	Salpeter
21,6 Liter auffließendes Wasser . . .	1550,9	1527
19,0 Liter abfließendes Wasser . . .	201,4	456
Abnahme in Milligr.	1349,5	1071
Abnahme in %	87,0	70

Diese Zahlen sind sehr interessant; sie zeigen wie dur
Vermehrung der Nährstoffe des Rieselwassers dem Boden w
liche Mengen von Nährstoffen zugeführt werden, zugleich
auch, daß bei zweimaliger Benutzung die künstlich zugefü
Nährstoffe nicht vollständig ausgenutzt werden, so daß hie
mehrmalige Berieselung erforderlich ist.

§ 449.

c. Bodenreinigende, oxydirende und entsäuernde Wi
der Rieselung.

In den Humusböden kommen meistens saure Hu
substanzen vor, welche der Entwickelung der von dem
wirthe auf den Wiesen gern gesehenen Pflanzen nachtheilig
Ferner finden wir in denselben Schwefelverbindungen und a
dem Pflanzenwachsthume nachtheilige Stoffe. Sobald nu
Wiese berieselt wird, so löst einerseits das Wasser eine g

Menge von Humussubstanzen auf, welche beim Ablassen des Wassers, resp. durch die Drainage der Wiese entzogen werden, andererseits führt das Berieselungswasser dem Boden den so wichtigen Sauerstoff zu, durch welchen verschiedene Oxydationen im Boden bewirkt werden, welche sich in Bildung von Kohlensäure, Schwefelsäure, Eisenoxyd, event. Salpetersäure (in den wärmeren Gegenden) u. s. w. kennzeichnen. Durch diese beiden Reactionen wird die für die Vegetation so wichtige Entsäuerung des Bodens in schöner Weise vollzogen. Das Berieselungswasser enthält ferner Kohlensäure und Kalk; erstere hat außer anderen die Wirkung, daß sie durch Bildung von doppelt kohlensauren Kalk Kalk löst und durch die dadurch stattfindende bessere Vertheilung entsäuernd wirkt. Der zugeführte Kalk unterstützt dieselbe in dieser Richtung in hohem Grade. Die hohe Bedeutung dieser Wirkung der Rieselung führt König zu dem Ausspruche: „daß die düngende Wirkung des Rieselwassers nicht in erster Linie in Betracht kommt, sondern vielmehr die bodenreinigende, oxydirende und entsäuernde Wirkung."

Um diese Wirkung der Berieselung ebenfalls mit einigen Zahlen zu belegen, führe ich aus dem so reichhaltigen Analysen-Material König's die Seite 977 folgenden Mittelzahlen an.

Aus diesen im Verein mit allen von König gefundenen Zahlen geht hervor:

„1. Daß eine Zunahme an organischen Stoffen bei dem oberirdisch abrieselndem Wasser statt hat, wenn das aufrieselnde keine größere Menge suspendirter organischer Substanz einschließt, sonst Abnahme; bei dem unterirdisch abfließenden Wasser stets Verringerung der Menge der organischen Stoffe."

„2. Eine Zunahme von Sauerstoff bei dem oberirdisch abrieselndem, eine Abnahme gegenüber dem Letzteren bei dem unterirdisch abfließendem Wasser."

Das oberirdisch ablaufende Wasser wird durch Absorption von Luft-Sauerstoff an diesem bereichert.

„3. Eine Abnahme an Kohlensäure bei dem oberirdisch abfließenden, eine Zunahme bei dem unterirdisch abfließenden Wasser."

„4. Aehnlich wie die Kohlensäure verhält sich die Schwefelsäure."

Eine weitere Bestätigung der bodenreinigenden Wirkung der Berieselung ergiebt die Berechnung des Verhältnisses der Säuren (Chlor, Kohlensäure, Schwefelsäure und Salpetersäure)

		Auffließendes Wasser	Petersen's, Abels's und gewöhnliches Drainage-System oberirdisch abfließend	Petersen's, Abels's und gewöhnliches Drainage-System unterirdisch abfließend	Vincent's System, oberirdisch abfließend
I. Herbst 80. November bis 10. Februar 1880	Organische Substanz . . .	104,9	107,8	88,9	105,0 mg.
	Sauerstoff	7,3	8,5	7,7	7,0 ccm.
	Kohlensäure	220,0	118,3	224,2	226,8 mg.
	Schwefelsäure	35,3	36,1	36,5	36,2 „
II. Frühjahr 9. April bis 10. April	Organische Substanz . . .	117,3	[1] 102,7	78,4	84,5 „
	Sauerstoff	6,9	7,0	4,5	6,4 ccm.
	Kohlensäure	300,3	301,9	305,2	289,3 mg.
	Schwefelsäure	25,8	28,8	30,1	33,6 „

[1]) Bei II. nur Abel's System thätig.

zu den Basen (Kalk, Magnesia, Kali, Natron). Werden die Säuren und die Basen addirt und von der Summe der letzteren eine dem Chlor äquivalente Menge Sauerstoff abgezogen, so erhält man im Mittel:

		Summe pro 1 Liter		Auf 1000 Theile Basen kommen an Säuren
		Basen mg.	Säuren mg.	Theile
1. Auffließendes Wasser		192,5	296,8	154,2
2. Petersen's System	oberirdisch abfließend	186,6	292,7	156,9
	unterirdisch abfließend	189,7	302,0	159,7
3. Abel's System	oberirdisch abfließend	190,1	296,5	155,9
	unterirdisch abfließend	194,0	312,5	161,1
4. Vincent's System, oberirdisch abfließend		191,9	298,6	155,6
5. Gewöhnl. Drainage	oberirdisch abfließend	187,4	290,7	155,1
	unterirdisch abfließend	191,1	296,6	155,2

Diese Zahlen zeigen, daß abgesehen von etwa gelösten Humussäuren in dem abfließenden Wasser mehr Säuren als in dem auffließenden enthalten sind, was, wie bereits bemerkt, ein weiterer Beweis für die bodenreinigende, entsäuernde Wirkung der Berieselung ist. Bezeichnend ist ferner, daß das Drainwasser im Verhältniß zu den Basen mehr Säuren enthält, als

das oberirdisch abfließende Wasser. Hervorgehoben mu
noch werden, daß in dem Drainwasser auf 100 Theil
um so mehr Säuren kommen, je geringer die abfließend
Wasser ist, z. B.:

	Petersen	Abel	Gewöhnliche
Durchschnittlich aufgeflossene Wassermenge pro Secunde	0,81	0,67	3,3
auf 100 Theile Basen kommen Säuren	159,7	161,1	155,1

Diese in der absoluten Größe gerade nicht bede
Differenzen erhalten dadurch ihre große Bedeutung, daß
aus einer Reihe von Einzeluntersuchungen ergeben habe

Aus allem diesen ist der Schluß berechtigt, daß ein
um so mehr ausgenutzt wird und seine bodenreinigende Wirk
so mehr erfüllt, je langsamer es (d. h. bis zu einer g
Grenze) über eine Wiese rieselt, oder mit anderen Wo
geringer die aufgeleiteten Wassermengen sind.

§ 450.

d. Aufschließung und Vertheilung der im Boden v handenen Nährstoffe.

Aus dem bisher Dargelegten geht die in der Uebe
bezeichnete Wirkung hervor, sowie durch dasselbe auch die
erforderlichen Beweise erbracht sind. Wir haben gesehe
das Rieselwasser dem Boden Kohlensäure und Sauerst
führt, daß letzterer oxydirend sowohl auf die organisch
unorganischen Bodenbestandtheile einwirkt, wodurch vor
Kohlensäure und Schwefelsäure gebildet werden. Di
Boden geführte und in demselben gebildete Kohlensäure,
die entstandene Schwefelsäure wirken auflösend und un
auf die unorganischen Bodenbestandtheile ein, was einerse
Entstehung löslicherer Verbindungen und andererseits eine
mäßigere Vertheilung derselben im Boden zur Folge hat
dem stets in sauren Böden vorhandenen, dem Pflanzenwach
schädlichen Eisenoxydul wird das nicht nur nicht schädlich
dern nützliche Eisenoxyd gebildet, welches zur Bildu
Zeolith-Verbindungen und zur Absorption der Phosph
zweckentsprechende Dienste leistet. Diese Wirkung der
wird ferner unterstützt durch den zum Boden geführten
in demselben durch die Kohlensäure löslich gemachten

62*

Daß schließlich die im Boden vorhandenen an sich in Wasser löslichen Bestandtheile, wie Salpetersäure, Kochsalz u. s. w. bei der Berieselung eine gleichmäßigere Vertheilung im Boden erfahren, bedarf des weiteren Beweises nicht.

§ 451.

e. Schutz der Pflanzen gegen climatische Verhältnisse.

Große Temperatur-Schwankungen sind der Vegetation bekanntlich außerordentlich nachtheilig. Wie viele schöne Wintersaaten sind nicht schon im Frühjahr durch hohe Temperatur am Tage und niedrige während der Nacht im erheblichen Grade decimirt worden? Was von den Pflanzen des Feldes gilt, hat auch seine volle Geltung für die der Wiesen. Das Wasser schützt nun in ausgezeichneter Weise die Pflanzen vor großen Temperatur-Differenzen. Wegen seiner großen Wärme-Capacität bedarf es viel Wärme um erwärmt zu werden, giebt aber auch beim Erkalten viel derselben an seine Umgebung wieder ab. Daher der milde Herbst und das rauhe Frühjahr der Küstenländer. Daraus erklärt sich auch, daß bei Nachtfrösten auf einem Felde da Eis entstanden ist, wo kleinere Wassermengen vorhanden waren, während dagegen da, wo größere Mengen von Wasser sich befanden, dasselbe meistens nicht oder nur an den Rändern gefroren ist. Das auf der Wiese stehende Wasser regelt somit die Temperatur-Verhältnisse für die darunter befindlichen Pflanzen und schützt sie vor den nachtheiligen Folgen zu großer Schwankungen derselben.

Die ausgezeichneten Arbeiten König's und seiner Mitarbeiter liefern auch für obiges hübsche Beweise, wie die folgenden Zahlen darthun.

Im Mittel der 3 Drainage-Systeme wurde für die Temperatur gefunden:

	Auffließendes Wasser °C.	Drainage-Wasser °C.	Boden-Temperatur 1/3 °C.	2/3 °C.	1,20 m tief °C.
24. Februar 1880 vor der Berieselung	—	3,6	3,3	3,0	2,8
24. Februar 1880 nach der Berieselung	2,1	3,6	2,9	3,1	3,0
26. Februar 1880 nach der Berieselung	1,5	1,8	2,1	2,8	3,1
28. Februar 1880 nach der Berieselung	8,6	2,6	2,0	2,5	3,1

	Auffließendes Wasser °C.	Drainage-Wasser °C.	Boden-Temperatur 1/3 °C.	2/3 °C.	1,20 m tief °C.
27. November 1880 vor der Berieselung	—	6,8	6,4	6,1	7,3
30. November 1880 nach der Berieselung	4,2	5,4	4,4	5,9	7,1
1. December 1880 nach der Berieselung (Vormittags).	6,4	4,3	4,4	5,8	7,1
1. December 1880 nach der Berieselung (Nachmittags)	5,6	4,9	4,4	5,8	7,1
2. December 1880 nach der Berieselung	5,1	5,0	4,5	5,3	7,0
10. December 1880 nach der Berieselung	8,0	7,1	6,1	6,3	6,0

Eines Commentars bedürfen diese Zahlen weiter nicht.

§ 452.

C. Folgen der Bewässerung.

Die soeben besprochenen Wirkungen der Bewässerung haben gezeigt, daß die Wiese durch dieselbe in ihren Nährverhältnissen für die Pflanzen günstig verbessert wird: sie wird fruchtbarer. Das Bewässerungswasser führt ihr die erforderliche Feuchtigkeit und eine gewisse Menge von Nährstoffen zu; es entzieht ihr dagegen solche Stoffe, welche dem Wachsthume derjenigen Pflanzen, welche der Landwirth auf der Wiese wünscht, schädlich sind. Andere bisher auf der Wiese befindliche Pflanzen lieben dagegen die zuletzt genannten Stoffe; sobald diese entfernt sind, ist auch ihr Leben gefährdet.

Durch die Berieselung werden die im Boden vorhandenen Nährstoffe aufgeschlossen und gleichmäßiger vertheilt, die Berieselung regelt die Temperatur-Verhältnisse der auf der Wiese befindlichen Pflanzen und bewirkt so, daß auf einer Rieselwiese die Moose und Halbgräser, welche die saure Beschaffenheit mit ihren Folgen zu ihrem Wachsthume bedürfen, mehr und mehr verschwinden und den eigentlichen Wiesenpflanzen Platz machen. Die Rieselwiesen zeigen daher im Herbst und Frühjahr noch resp. schon ein lebhaftes Grün, ein lebhaftes Wachsthum, wenn auf benachbarten Wiesen resp. Feldern die Vegetation schon resp. noch fast todt ist. Eine Rieselwiese wird daher nicht nur wesentlich mehr Futter, als bisher, sondern auch ein nahrhafteres und gesunderes geben.

Daß alle diese günstigen Folgen der Bewässerung nur bei richtiger Leitung derselben und bei Benutzung guten Wassers eintreten, ist selbstverständlich. Einem an Nährstoffen armen Berieselungswasser, das wohl die bodenreinigende aber nicht die düngende Wirkung in befriedigender Weise zu bewirken vermag, müssen daher die fehlenden, resp. in zu geringen Mengen vorhandenen Nährstoffe zugesetzt werden, resp. sind solche Wiesen direct mit Compost oder künstlichen Düngemitteln zu düngen.

Es wird daher stets vortheilhaft sein, ein Wasser, welches zur Berieselung dienen soll, der chemischen Analyse unterwerfen zu lassen, damit klar gelegt wird, ob dasselbe noch durch Zufuhr von Nährstoffen unterstützt werden muß, oder nicht.

Kapitel V.

Die Bodenbearbeitung.

§ 458.

Vorbemerkung.

Die Bodenbearbeitung ist fast so lange bekannt, als der Ack
Die griechische Mythe erzählt bereits, wer den Pflug erfunden un
ihn als ein Geschenk der Götter hin. Alle landwirthschaftlichen S
steller der Alten betonen die Bedeutung der Bodenbearbeitung und
zugleich, wie vielfach richtig dieselbe erkannt ist. Cato nennt als
sache einer guten Bestellung: „Pflügen, wieder Pflügen und Düng
Die Bedeutung, welche der Landwirth der Jetztzeit der Bodenb
tung zuschreibt, geht aus der außerordentlich großen Anzahl und M
faltigkeit der Ackergeräthe hervor, welche von ihm benutzt werden u
welchen die landwirthschaftlichen Ausstellungen ein ausgezeichnete
liefern.

Der Zweck der Bodenbearbeitung ist:

1. den Acker so weit zu lockern, daß die Samen,
Knollen oder die Pflanzen in denselben gebracht werden k

2. Die physikalische Beschaffenheit und mit dieser die
sikalischen Eigenschaften desselben zu verbessern.

3. Die Atmosphärilien in inniger Berührung mi
Bodenbestandtheilen zu bringen.

4. Die Unkräuter und das Ungeziefer zu entferne
kurz den Boden zu reinigen.

5. Den Dünger unterzubringen und in dem Bod
vertheilen.

Indem wir im Nachfolgenden die Wirkung der Bodenbearbeitung darzulegen versuchen, haben wir zu untersuchen, wie die oben näher bezeichneten Zwecke durch dieselbe erreicht werden.

§ 454.

1. Wirkung der Bodenbearbeitung.

a. Lockerung des Bodens.

Durch Pflug und Egge ꝛc. wird die obere Schicht der Ackerkrume zerrissen und durchwühlt; je nach der Vollkommenheit des Instruments und der Arbeit, sowie der Beschaffenheit des Bodens, findet dies in geringerem oder höherem Grade statt.

Nach der Arbeit des Pfluges sowie auch nach der der Egge bietet der Acker eine wesentlich größere Oberfläche dar, so daß der gelockerte Theil durch die Luftbewegungen einerseits schneller getrocknet wird und andererseits in denselben von unten das Wasser langsamer und erschwerter einzutreten vermag. Mit dem Verluste des Wassers verliert die Erde zugleich mehr und mehr den Zusammenhang: sie zerfällt und wird krümlicher. Die bis dahin von Wassertheilchen eingenommenen Räume werden jetzt mit Luft gefüllt, welche so ihre weiter unten zu beschreibenden chemischen Wirkungen auf den Boden in erhöhtem Grade ausüben kann, deren eine Folge ebenfalls eine weitere Lockerung des Bodens ist. Wie der Boden einerseits durch die Bearbeitung trockener wird, so wird er andererseits dadurch auch wieder mehr befähigt, aus der Atmosphäre Feuchtigkeit aufzunehmen, denn lockere Erde sättigt sich schneller und vollständiger mit Wasser als feste Erde, wie dies unter anderen die folgenden Versuche des Verfassers darthuen.

Es wurden 7 Ackerkrumen, 1/4 m. tief entnommen, locker in 5 cm. weite, unten mit Leinwand zugebundene Röhren 25 cm. hoch aufgeschüttet, oder fest in dieselben eingestampft und das Wasser in Art eines feinen Regens eben so lange gegeben, bis der erste Tropfen sich außen an der Leinwand bildete und abfiel. Die Erden waren desselben Ursprungs, nur in ihren physikalischen Eigenschaften in etwas durch 10jährige verschiedene Düngung bei sonst gleicher Bearbeitung und Bestellung verändert.

Hierbei ergab sich:

	Erde locker	eingestampft
Zeitdauer bis zum Abtropfen:	1 Std. 25 Min. bis 3 „ 22 „	5 Std. 55 Min. bis 8 „ 21 „
Wassergehalt in %:	41,25 bis 43,37	30,53 bis 33,06

Bei dem Untergrunde derselben Böden wurde erhalten:

	Erde locker	eingestam
Zeitdauer bis zum Abtropfen:	2 Std. 25 Min. bis	6 Std. 56
	3 „ 29 „	10 „ 24
Wassergehalt in %:	41,70 bis 42,76	30,08 bis 3

Diese Resultate beweisen, daß sich lockere Erde weit schn vollständiger mit Wasser sättigt, als feste.

Die unter der gelockerten Ackerkrume befindliche hält das Wasser energischer zurück, als wenn die Ack nicht gelockert und das Feld mit geschlossener Bodenbed

Ein im Winter in rauher Furche befindliches Feld deshalb auch schneller und in höherem Grade Wasser nehmen, als ein nicht vom Pfluge berührtes.

Besonders hervorgehoben muß hier noch die Arl Walze und Hacke resp. Egge werden.

Was zunächst die Walze anbetrifft, so bestand n vor einigen Jahren die Ansicht ganz allgemein, daß du Arbeit derselben — das Walzen — die Ackererde im lichen Grade vor Austrocknung geschützt sei. Ja, auch noch huldigen viele Landwirthe dieser Ansicht und doch gerade Gegentheil der Fall. Hierauf zuerst hingewie haben ist das Verdienst von Neßler. Obgleich Neßl Resultate seiner Versuche bereits 1860 veröffentlichte, w durch die Wahl des Blattes, der landw. Correspondenz Großherzogthum Baden, die Arbeit längere Zeit nur in e Kreise bekannt geblieben.

Das Wasser steigt im Boden in zweierlei Weise un in erster Reihe durch die Haarröhrchenwirkung und dan Flächenanziehung in Verbindung mit den kleinsten Hohl resp. durch Verdunstung.

In Capillarröhren verhalten sich nach Gay-Lus gehobenen Säulen umgekehrt wie die Durchmesser der R Hieraus folgt, daß je feiner die Capillarröhrchen sind, höher das Wasser in denselben zu steigen im Stande is langt Wasser aus einer engen in eine weitere Röhre, dasselbe in dieser weniger hoch, als in der engeren stei umgekehrt, schließt sich an eine weitere eine engere Rö wird in dieser das Wasser um so höher gehoben werden verständlich in beiden Fällen entsprechend den Durchmes betreffenden Röhrchen.

Neßler hat diese Sätze durch folgende Versuche fü erden illustrirt.

Es wurden zwei gleiche, unten mit Leinwand zugebundene Glasröhren, die eine unter Eindrücken, die andere locker mit lufttrockener Erde gefüllt und zusammen in Wasser gestellt. In den ersten 3 Tagen stieg dies in der dichten Erde 11" und in der lockeren 7,8". Beide Röhren wurden jetzt aus dem Wasser genommen und stehen gelassen. Das Wasser, welches sich im unteren Theile der Röhren befand, stieg jetzt in beiden Röhren weiter in die Höhe und zwar in folgender Weise.

Aufsteigen des Wassers in Zollen:

	dichte Erde	lockere Erde
In 3 Tagen, die Röhren im Wasser stehend . . .	11,0	7,8
„ 24 Stunden, die Röhren außer Wasser stehend	0,65	0,58
„ 24 „ „ „ „ „ „	0,65	0,44
„ 24 „ „ „ „ „ „	0,54	0,39
„ 24 Tagen „ „ „ „ „	5,50	2,80

In den Röhren enthielt jetzt im untersten Zoll die dichte Erde 20,18, die lockere 20,78 % Wasser. Die Erde $1^{1}/_{2}$" unterhalb der Uebergangsfläche der Feuchtigkeit, also die höchsten $1^{1}/_{2}$" Erde in der Röhre, wo durch dunklere Farbe Feuchtigkeit noch zu erkennen war, hatte bei der dichten Erde 10,2 und bei der lockeren 13,5 % Wasser. Der Versuch zeigt, daß bei derselben Erde das Aufsteigen des Wassers bedeutend stärker war, selbst bei geringerem Wassergehalt (10,2 %), da, wo durch Zusammendrücken die einzelnen Theilchen sich näher gebracht worden, als bei höherem Wassergehalt (13,5 %), da, wo die Erde locker war: die zusammengedrückte Erde hat feinere Capillarröhrchen als die lockere. Bei der dichten Erde ist das Wasser ferner in 27 Tagen 7,34 und bei der lockeren nur 4,21 Zoll gestiegen, nachdem die Wasserquelle entfernt war.

Wenden wir die Resultate dieser Versuche auf die landwirthschaftliche Praxis an, so ergiebt sich Folgendes:

Wird eine durch Bearbeitung in der oberen Schicht gelockerte Erde gewalzt, wodurch an der Oberfläche die Röhrchen enger werden, so wird das Wasser aus den tieferen Schichten, sowie es an die gewalzte Fläche gekommen ist, um so schneller steigen und somit dem Boden das Wasser in kürzerer Zeit entführen. Während man also früher annahm, daß ein gewalztes Feld mehr vor Wasserverlusten geschützt sei, als ein nicht gewalztes, sehen wir, daß gerade das Umgekehrte richtig ist. Da die Verdunstung derselben Wassermenge sich unter anderen nach der Größe der Oberfläche richtet, so war dies bestimmend für obige Annahme gewesen, wobei die Haarröhrenwirkung voll übersehen worden war.

Aus obiger Thatsache scheint nun hervorzugehen, daß die Walzarbeit, was die Wasserverhältnisse des Bodens anbetrifft, nur nachtheilige Folgen habe und daß dasselbe deshalb zu unterlassen sei. Abgesehen zunächst von den anderen bekannten günstigen Wirkungen des Walzens und bei alleiniger Berücksichtigung der Wasserfrage stellt sich die Sache aber doch anders.

Die obere Erdschicht muß nach dem bisher dargelegten am meisten Wasser enthalten und wird diese Schicht so lange am feuchtesten bleiben, bis noch Wasser von unten nachsteigen kann. In dieser Schicht befindet sich der Same, für welchen es von großem Vortheil ist, daß er so bald als möglich die zum Keimen nothwendige Wassermenge aufnehmen kann. Die Walzarbeit führt somit dem Samen mehr Wasser zu und befördert so das Keimen desselben; es ist dies eine Thatsache, welche nicht genug beherzigt werden kann. Durch das Walzen wird mithin dem Boden das Wasser nicht länger erhalten, sondern im Gegentheil schneller aus demselben entfernt, aber dasselbe bringt das Wasser dahin, wo es gerade am meisten gebraucht wird, zum Saatkorn.

Im Herbste, wo sicher Niederschläge zu erwarten sind, wird das Walzen daher stets von großem Vortheile sein, weil es das Keimen des Samens durch vermehrte Wasserzufuhr befördert. Ebenso wird die Walze in einem Frühjahr, welchem ein nasser Winter vorhergegangen, ebenfalls immer von Vortheil sein. Anders kann sich die Sachlage jedoch gestalten, wenn auf einen mehr trockenen Winter ein trockenes Frühjahr folgt. Wird in diesem Falle gewalzt, so wird der Boden um so eher an Wasser arm werden, was natürlich ohne Nachtheil ist, wenn noch rechtzeitig ein Regen kommt, schädlich jedoch werden kann, wenn das Frühjahr trocken bleibt. In solchen Fällen bedarf es somit der reiflichen Ueberlegung, ob es besser sei, die Keimung der Saat auf die Gefahr hin beschleunigen zu sollen, daß dann erst recht Wassermangel eintritt oder ob das Walzen lieber unterlassen wird. (Siehe hier auch weiter unten.)

Hierbei muß weiter noch erwähnt werden, daß die Walze ja nicht nur wegen des bisher besprochenen Zweckes in Anwendung kommt, sondern daß dieselbe für die Zerkleinerung etwa vorhandener Klöße, für das Zusammendrücken der Erde, um kleine Hohlräume in derselben zu schließen, sowie zur Ebenung des Feldes vor dem Drillen u. s. w. unentbehrlich ist und deshalb oft angewendet werden muß, ohne daß auf die Wasserfrage dabei Rücksicht genommen werden kann.

Aus dem über die Walzarbeit Ausgeführten geht hervor, daß die Wirkung der Hacke resp. Egge zunächst in Betreff der Wasserfrage das Gegentheil hervorbringen muß. Durch das Hacken oder Eggen wird die oberste mehr oder weniger feste Krume gelockert, in Folge dessen entstehen hier weitere Röhrchen und das aus dem Boden aufsteigende Wasser gelangt aus engeren in weitere Capillaren. Die Folge hiervon muß

sein, daß das Wasser langsamer in die lockere Schicht steigt und somit die Erde weniger schnell das Wasser verliert. Schützt somit das Hacken oder Eggen den Boden vor schnellerem Austrocknen, so hat es noch weitere günstige Wirkungen. Die lockere Erdschicht vermag Thau und Regen viel leichter und reichlicher aufzunehmen, als dies bei fester Krume der Fall ist.

Auch hierfür verdanken wir Neßler einen Versuch, der obiges darthut.

In 3 je 1' hohe, 2 Zoll weite, unten nur mit dünner Leinwand zugebundene Cylinder mit gleicher Erde, aber bei verschiedener Lockerung, gefüllt, wurde mittelst eines Tropfapparates je die gleiche Menge Wasser sehr langsam aufgetropft, mit Glasplatten zugedeckt und nach 6 Tagen untersucht.

Bei A. war die Erde locker, bei B. im ganzen Gefäß eingepreßt und bei C. waren nur die oberen $1^1/_2$" Erde zusammengepreßt, während die darunter befindlichen locker waren. Die dichte Erde war hier in ununterbrochener Berührung mit der lockeren.

Nach 6 Tagen enthielten die verschiedenen Schichten Erde folgende Mengen Wasser in 100 Theilen:

	Oberste $1^1/_2$ Zoll	unmittelbar unter dichter Erde	4 Zoll unter der Oberfläche
A. lockere Erde. . .	15,6	—	12,6
B. dichte Erde . . .	13,9	—	8,8
C. oben dicht, unten locker	20,0	15,0	3,6

Diese Zahlen zeigen, daß die oberste, dichte Schicht bei C. fast mit Wasser gesättigt blieb; während bereits 4 Zoll unter der Oberfläche die Erde hier am trockensten gefunden wurde. Die lockere Erde hatte 4 Zoll unter der Oberfläche am meisten Wasser.

Sind auf einem Boden Krusten, so werden sich diese ebenso verhalten, wie die dichte Schicht über der lockeren in Röhre C. d. h. sie werden die atmosphärischen Niederschläge zurückhalten, so daß dieselben viel weniger tief in den Boden eindringen und daher bei trockenem Wetter schneller verdunsten. Daß ferner die Luft von der mit Wasser gesättigten Kruste abgehalten wird, bedarf nur der Erwähnung.

Eine weitere Illustration zu der Hackfrage liefern die auf p. 984 angeführten Versuche des Verfassers.

Der Zuckerrübenbauer kennt die großen Vortheile des Hackens in hohem Grade, so daß in den Gegenden, wo der Zuckerrübenbau seit längerer Zeit besteht, auch andere Culturpflanzen soweit gedrillt werden, daß sie gehackt werden können.

Da die Egge die feste Krume ebenfalls, wenn auch nicht so vollständig, als die Hacke, zu lockern vermag, so wird die Arbeit

derselben in gedachter Richtung zur rechten Zeit ausgeführt, ebenfalls von entsprechendem Vortheil sein.

Die Vortheile der Walze und Egge lassen sich für manche Früchte dadurch vereinigen, daß man auf die Walze die Egge folgen läßt. Das Walzen gewährt hierbei die vorher angeführten Vortheile durch größere Zufuhr von Wasser in die obere Schicht, wo der Same befindlich ist und die Eggarbeit verzögert den Austritt des Wassers von der gewalzten Fläche und befördert gleichzeitig die Aufnahme von Wasser, so daß die Erde länger feucht erhalten wird In trockenen Frühjahren bei dem oben erwähnten Falle, ist es daher sicherlich von Vortheil auf die Walze, nachdem der Same an die feinen Erdtheile fest angedrückt ist, die leichte Egge folgen zu lassen. Die Ringelwalze vereinigt in gewissem Grade die Arbeit der glatten Walze und der Egge.

b. Mischung der Bodenbestandtheile.

Die Bodenbestandtheile sind nie gleichmäßig im Boden vertheilt; es muß aber das Bestreben eines jeden Landwirthes sein, dies so viel wie irgend möglich zu bewirken. Je gleichmäßiger ein Boden in physikalischer und chemischer Beziehung ist, um so gleichmäßiger ist auch sein Verhalten gegen die Pflanzen; nur ein möglichst gleichmäßiger Boden kann auf allen seinen einzelnen Theilen eine gleiche Pflanzenmasse erzeugen.

Je mehr der Boden mit Pflug, Egge u. s. w. bearbeitet ist, um so mehr werden diejenigen Bestandtheile, welche zunächst sein physikalisches Verhalten bedingen, wie Thon, Sand, Humus und Kalk gleichmäßig in ihm vertheilt. Die Folge hiervon ist, daß seine physikalischen Eigenschaften verbessert und somit die chemischen Processe in vollkommenem Grade in ihm vorgehen können.

Selbstverständlich kann hiermit nicht gesagt sein sollen, daß der Bodenmischung wegen der Acker zu jeder Frucht, so viel als irgend möglich, mit Ackergeräthen bearbeitet werden soll. Geschieht dies, so würde ein großer Fehler begangen werden. Eine stark bearbeitete und dadurch pulverig gewordene Ackerkrume bietet, was hier nur erwähnt werden mag, große Gefahren dar: ein einziger starker Regen vermag solchen Boden derartig zuzuschlemmen, daß die Luft sehr erschwerten Eintritt in denselben hat. Unter solchen Umständen ist es äußerst rathsam, die Egge resp. Hacke, wenn dies die Pflanzen noch irgend

gestatten, anzuwenden, um soviel wie möglich Lockerung der Krume zu bewerkstelligen.

Es kann daher mit dem obigen Ausspruche auch nur gemeint sein, daß bei einem länger in Cultur befindlichen Felde die Mischungen der Bodenbestandtheile bedingt durch normale Bearbeitung eine gleichmäßigere und daher seine physikalischen Eigenschaften günstigere sind, als bei einem erst kürzere Zeit in Cultur genommenen Felde von derselben Bodenart.

c. Erhöhung der chemischen Thätigkeit.

Je lockerer, poröser und mürber ein Boden ist, in um so innigere Berührung tritt er mit den Atmosphärilien, eine um so größere Menge derselben wird condensirt und um so energischer ist die Wirkung derselben auf ihn. Wie die Atmosphärilien, die Kohlensäure, der Sauerstoff, das Ammoniak, das Wasser einzeln auf die Bodenbestandtheile einwirken, ist bereits im ersten Bande besprochen worden. Durch die Umsetzungen und Zersetzungen, welche so eingeleitet werden, bilden sich im Boden für die nächste Frucht die Nährstoffe der Pflanzen in den Formen, in welchen sie den Pflanzen zugänglich sind; zugleich werden dieselben in ihm gleichmäßiger vertheilt. Die letzte Frucht hat nur einen Theil desselben mit ihren Wurzeln durchzogen und angegriffen. Sobald nun durch die Bodenbearbeitung die einzelnen Theile des Bodens wieder vermischt werden, tritt eine gleichmäßige Vertheilung der Nährstoffe im Boden ein. Durch die Cultur sind die so wichtigen zeolithischen Gebilde des Bodens verschiedenartig angegriffen; die oben beschriebene gleichmäßige Vertheilung der Pflanzennährstoffe im Boden, sowie die vorher genannten Umsetzungen, deren Folge Entstehung neuer löslicher Stoffe ist, bedingen Neubildung und Aufbau des zeolithischen Theils der Ackerkrume.

d. Zerstörung der Ernterückstände, der Unkräuter, der Insecten u. s. w. — Reinigung des Bodens.

Der Pflug wühlt den Boden auf, zerreißt und zerstört die Wurzeln und zwar sowohl die der Ernterückstände als die der Unkräuter oder legt sie bloß. Nachdem die Wurzeln so ihrem Ernährungs-Medium entzogen sind, wirken die Atmosphärilien

auf sie ein und führen allmählich ihre Zersetzung und Umsetzung herbei, wodurch schließlich ihre Bestandtheile dem Boden in Form der Pflanzennährstoffe zurückgegeben werden.

Die Insecten werden theils direct durch den Pflug, theils durch die Einwirkung der Austrocknnng und der Atmosphärilien zerstört, theils von Vögeln 2c. leichter gefunden und so vertilgt.

e. Vertheilung des Düngers.

Der Dünger muß, wie beim Stalldung gezeigt worden ist, in dem Boden so gleichmäßig, wie möglich, vertheilt werden, damit die Zersetzung desselben, sowie die Düngung der einzelnen Bodentheile gleichmäßig erfolgt. Je vollkommener die Bodenbearbeitung ist, um so besser wird dies durch dieselbe erreicht.

Daß ebenso wie der Stalldung auch die künstlichen Düngemittel so gleichmäßig wie irgend möglich zunächst auf und dann im Boden vertheilt werden müssen, bedarf hier nur noch erwähnt zu werden. Nur ein so gleichmäßig, als ausführbar, mit Pflanzennährstoffen versehenes Feld vermag die auf dem Felde befindlichen Pflanzen in gleichem Grade zu ernähren und so einen gleichen Stand der Pflanzen, den größten Stolz des Landwirthes, herbeizuführen.

Zum Schluß muß noch erwähnt werden, daß, so weit dies irgend möglich, kein Ackergeräth auf einem nassen Felde thätig sein soll. Ein naß bestelltes Feld zeigt die Folgen hiervon in der Regel während des ganzen Wachsthums der betreffenden Frucht.

§ 455.

2. Einiges über die Tiefe der Bodenbearbeitung.

Die Fragen, ob tief oder flach und wie tief ein Feld bestellt werden muß, sind seit lange vielfach ventilirt worden. Jetzt sind fast alle Stimmen für eine tiefe Bodenbearbeitung, wenn auch noch vereinzelt für die flache eine Lanze gebrochen wird.

Wir wissen jetzt bestimmt, daß fast alle unsere Cultur-Pflanzen die Fähigkeit haben, ihre Wurzeln tiefer in gelockerten als in ungelockerten Boden zu schicken; das Vermögen der einzelnen, dies zu bewerkstelligen, ist zwar ein verschiedenes; alle senden aber ihre Wurzeln tiefer als es ihnen bei flacher Ackerkrume möglich ist.

Je flacher die Ackerkrume ist, welche den Pflanzen geboten wird, um so kleiner ist natürlich auch die Erdmenge, aus welcher sie ihre Nahrung entnehmen müssen und um so früher muß diese erschöpft sein. Bei tiefer Ackerkrume bieten wir den Pflanzen ein wesentlich größeres Medium zu ihrer Ernährung und mit demselben auch weit mehr Nährstoffe. Der Satz, daß es das Bestreben sein muß, die Ackerkrume so tief, wie es die Bodenbeschaffenheit gestattet, zu machen, ist daher als ein unumstößlicher hinzustellen.

Die Vertiefung, resp. Erhöhung der Ackerkrume erreichen wir durch eine tiefere Bearbeitung, welche hier zu besprechen ist, und durch Erdauffahren. Die tiefere Bearbeitung kann auf zweierlei Art geschehen: entweder durch den Untergrundspflug, oder durch das Tiefpflügen.

Beim Untergrundspflügen vertieft man die Ackerkrume in der Art, daß die unteren Schichten desselben durcharbeitet und gelockert, aber in ihrer Lage belassen werden. Beim Tiefpflügen dagegen werden die unteren Schichten des Bodens nach oben und die oberen nach unten gebracht, somit findet ein vollständiges Umwenden desselben statt.

Die Vertiefung der Ackerkrume durch tiefere Bodenbearbeitung muß stets mit Vorsicht erfolgen, weil sonst für die nächste Frucht durch dieselbe leicht Nachtheil statt Vortheil entstehen kann. Sind in den unteren Schichten Eisenoxydulsalze, saure Humussubstanzen enthalten, oder findet sich in denselben eine harte, steinartige, undurchdringliche Schicht, so muß die Vertiefung der Ackerkrume behutsam vorgenommen werden. Vor allem gilt dies beim Tiefpflügen, wo wir die untere Schicht nach oben bringen. In diesem Falle muß die auf die Ackerfläche geschaffte Untergrundserde so lange den Einflüssen der Atmosphärilien und der Witterung ausgesetzt werden, bis durch die Wirkung des Sauerstoffs die oben genannten schädlichen Stoffe oxydirt und umgesetzt und bis die harten Klumpen zerfallen sind; letzteres wird am besten durch die Winterkälte, deren Wirkung wir mehrfach erwähnt haben,

unterstützt. Bringt man dagegen derartige harte Klumpen in den Acker, so dauert es oft sehr lange, bis sie zerfallen sind.

Genaue Untersuchung der geognostischen und chemischen Beschaffenheit des Untergrundes bei beabsichtigter Vertiefung der Ackerkrume kann deshalb nicht genugsam empfohlen werden.

Wie oft Pflug, Egge oder Walze anzuwenden ist, um die gewünschte Lockerung u. s. w. herbeizuführen, hängt selbstredend von der Beschaffenheit des Bodens, der Vollkommenheit der Ackergeräthe und der Arbeit, sowie von den climatischen Verhältnissen ab.

Quellenangaben für den 2. Band.

Erster Abschnitt.

Absolute Dungmittel.

Kapitel I.

Die Excremente der Haussäugethiere und die Einstreu-Materialien.

§ 16.

Boussingault, die Landwirthschaft. Bd. II, p. 215.

§ 17.

Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. I. Heft, p. 17—189.

§ 18.

Hofmeister, Versuchsstationen. Bd. VI, p. 185—202, 301—333 und p. 397—408 und Bd. VII, p. 413—427.

Henneberg, Journal für Landwirthschaft. 1870. p. 40—71, 167 bis 202, 247—284 und 363—402.

§ 19.

Bischoff und Voit, Zeitschrift für Biologie. Bd. I, p. 69.

Henneberg, G. Kühn, M. Märcker, E. und H. Schultze, Journal für Landwirthschaft. 1870 und 1871.

Despretz, Annales de Chimie et de Physique. T. XXVI. 1824. p. 337—364.

Barral, Lehmann's physiologische Chemie. Bd. III, p. 375.

G. Kühn und M. Fleischer, landw. Versuchsstationen. Bd. XII, p. 197.

Grouven, Zweiter Bericht der agriculturchem. Versuchsstation Salzmünde. 1864.

Regnault und Reiset, Wochenschrift der preuß. Annal. 1866. p. 115.

J. Seegen und J. Nowack, Jahresb. für Agriculturchemie. 18. und 19. Jahrg. Bd. II, p. 124.
Bidder und Schmidt, Wochenschrift der preuß. Annalen. 1866. p. 115.
J. Lehmann, ebendaselbst.
J. Ranke, ebendaselbst.
Voit, ebendaselbst.
Péligot, Compt. rend. 1865. p. 21.

§ 21.

Strecker, Journal für pract. Chemie. Bd. 46. 1849. p. 138.
H. Rose, ebendaselbst. Bd. 46. 1849. p. 57.
Bensch, ebendaselbst. 1849. p. 256.
Buchner, ebendaselbst. p. 147—151.

§ 22.

Wöhler und Liebig, Annalen der Chemie. Bd. LVII, p. 327 und Poggendorf's Annalen der Physik. Bd. XXXIII, p. 335.
Scherer, Schloßberger's organ. Chemie. 5. Aufl. p. 921.
Boussingault, Beiträge. 1856. p. 170.
Rautenberg, Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. CXXIII. 1864. p. 55 bis 65.

§ 24.

Boussingault, die Landwirthschaft. Bd. II, p. 215 u. f.
Hofmeister, Versuchsstationen. Bd. VII, p. 413.
R. Rogers, Jahresbericht von Liebig und Kopp. 1847 und 1848. p. 934.

§ 25.

Boussingault, a. a. O.
Hofmeister, a. a. O.

§ 27.

Anderson, Transact. of the High. Soc. of Scotland. 1856. p. 283.
Boussingault, a. a. O.
Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. 1860.
J. R. Rogers, a. a. O.
Fraas, Wilda, 5. Jahrg. 1857. p. 325 und 331.

§ 28.

Boussingault, a. a. O.
Henneberg und Stohmann, a. a. O.
Fraas, a. a. O.

§ 29.

Henneberg, Stohmann und Rautenberg, a. a. O.

§ 30.

Jürgensen, Jahrbücher der Akademie Eldena. 2. Bd. 1851. p. 184 bis 199.
Hofmeister, a. a. O.

Reichardt und Webel, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 17. Jahrg. p. 304.

§ 33.

Boussingault, Beiträge. p. 84—98.
Fr. Voigt und E. Heiden, Beiträge zur Ernährung des Schweines. 2. Heft. 1877.

§ 37.

Krutzsch, Chem. Ackersmann. 1863. p. 14—24.
J. Breitenlohner, Jahresbericht der Agriculturchemie. 11. Jahrg. p. 345.

§ 39.

Boussingault, a. a. O.
Henneberg und Stohmann, a. a. O.
Henneberg, Märcker, E. Schultze und H. Schultze, a. a. O.
R. Hoffmann, Jahresbericht. VI. Jahrg p. 47.
v. Orelli und Junghähnel, Chem. Ackersmann. 1866. p. 49.
H. Krutzsch, a. a. O.
Ph. Zöller, landwirthsch. Versuchsstationen. Bd. VI. p. 231.
L. Dulk, Jahresbericht der Agriculturchemie. XVIII, 1. p. 135.
E. Gueymard, ebendaselbst. VI. p. 55.
Karmrodt, Jahresbericht. VII. p. 98.
Fr Schulze, Lehrbuch der Chemie für Landwirthe. Bd. II, p. 81.
R. Weber, Jahresbericht für Agriculturchemie. XVI. I, p. 245.
F. Sestini, ebendaselbst. XVIII. I, p. 139.
Wiegmann, Lehrbuch der Chemie für Landwirthe. Bd. II, p. 88.
R. Hoffmann, a. a. O.

Kapitel II.

Die einzelnen Mistarten.

§ 40.

Boussingault, a. a. O.
Hofmeister, a. a. O.

§ 44.

Schmalz, Erfahrungen. Bd. II, p. 272.
Schober, Lehrbuch der Landwirthschaft. Bd. I, p. 180.
von Schwerz, Pract. Ackerbau. Bd. I, p. 171.
Block, Mittheilungen u. s. w. Bd. I, p. 221.
Schweitzer, Lehrbuch der Landwirthschaft. 2. Aufl. Bd. I, p. 71 und Bd. II, p. 162.
Kreyssig, Handbuch der Landwirthschaft. Bd. I, p. 342.

§ 45.

Boussingault, Die Landwirthschaft. Bd. II, p. 70.

§ 46.

Fr. Schulze, Lehrbuch der Chemie. 2. Aufl. Bd. I, p. 702.
Grouven, Wilda's landw. Centralblatt. 1861. p. 283.
A. Frank, Jahresbericht. 11. und 12. Jahrg. p. 405.
Mac Dougall, Wochenschrift d. preuß. Annalen. 1865. p. 145.

§ 47.

Bodmann, H. und E. Albert, Jahresbericht. 18. u. 19. Jahrg. p. 48.
R. Pohlenz, Wilda's landw. Centralblatt. 1858. Bd. II, p. 31.

§ 49.

Boussingault, a. a. O.
Henneberg, Stohmann und Rautenberg, a. a. O.
G. Kühn, landw. Versuchsstationen. 1869. Bd. XII, p. 123 u. 158.

§ 50.

Thaer, Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. Bd. IV, p. 329.
Buddeus, Zeitpacht großer Güter. p. 40.
Hlubeck, Die Landwirthschaftslehre. Bd. II, p. 366.
Patzig, Der practische Oeconomieverwalter. 2. Aufl. p. 283.
Block, Landwirthsch. Erfahrungen. 2. Aufl. Bd. II, p. 128. Mittheilungen. Bd. I, p. 223.
Veit, Lehrb. der Landwirthschaft. Bd. II, p. 385.
Schweitzer, ebendaselbst. Bd. II, p. 162.
Rimpau, Zeitschrift d. landw. Centralv. f. d. Prov. Sachsen. 1871. p. 29.

§ 53.

Bobsin, Wilda's landw. Centralblatt. 1855. Bd. I, p. 377.
Engel, Handb. des landwirthsch. Bauwesens. 1853. Bd. II, p. 57.
von Brandenstein, Wilda's landw. Centralblatt. 1856. Bd. I, p. 279.

§ 54.

Christiani, ebendaselbst. 1857. Bd. I, p. 111.
von Fellenberg-Ziegler, Jahresbericht. 2. Jahrg. p. 255.
Payen, Compt. rend. T. XXXVI, p. 1017 u. 1107. T. XXXVII, p. 93 und 473. T. XXXVIII, p. 21.

§ 55.

von Rotenhan, Wilda's landw. Centralblatt. 1858. Bd. II, p. 275.
Farthmann, Wochenschrift der preuß. Annalen. 1866. p. 416.
Davy, Philosophic. Magazine. 1856. p. 172.

§ 56.

Block, Ueber den thierischen Dünger u. s. w. 1835. p. 5.

§ 57.

Boussingault, Beiträge p. 84—98.
Fr. Voigt und E. Heiden, a. a. O.
Christiani, Wilda's landw. Centralblatt. 1857. Jahrg. 4. Bd. I. p. 434.
Wright, Wolff, die naturgeschichtlichen Grundlagen des Ackerbaues 3. Aufl. p. 628.

§ 58.

Boussingault, Die Landwirthschaft. Bd. II, p. 44.
Veit, a. a. O.

Sprengel, Düngerlehre. 2. Aufl. p. 261.
Block, Bd. II, p. 420.
Schweitzer, Bd. II, p. 256.
Delbey, Grouven's Agriculturchemie. 1862. p. 688.
Koppe, Unterricht im Ackerbau und der Viehzucht. II. p. 93.
Pabst, Lehrb. der Landwirthsch. Bd. I, p. 162.

§ 59.

Jürgensen, } a. a. O.
Hofmeister, }
Henneberg, Journal für Landwirthschaft. 1866. p. 303.

§ 60.

Block, a. a. O. Bd. II, p. 284.
Schweitzer, a. a. O.
Sprengel, Düngerlehre. p. 223.

§ 61.

Schulze, a. a. O.
Christiani, Agronom. Zeitung. 1859. p. 509.

§ 62.

Block, Ueber den thierischen Dünger u. s. w. 1835.

§ 63.

Farthmann, a. a. O.

§ 64.

Völcker, Journal of England. Vol. XVIII, p. 111.

Kapitel III.

Behandlung des Düngers auf dem Hofe.

§ 66.

Völcker, Journal of England. Vol. XVIII, p. 111.
E. Peters, Jahresb. f. Agriculturchemie. 13.—15. Jahrg. Bd. I, p. 165.
Boussingault, a. a. O.
Henneberg und Stohmann, a. a. O.
Reßler, Wilda's landw. Centralblatt. 1862. p. 208.
Hampe, W. Wolf und Gen., s. Bd. I.

§ 67.

Ritthausen, land- und forstw. Zeitung für Preußen. 1867. p. 48.

§ 70.

Lenné, Wolff, Naturgesetzl. Grundlagen. 2. Aufl. p. 591.

§ 71.

R. S. Skirving, The Journal of Scotland. Transactions 164, p. 210.
Böhm. Centralblatt, 1864. p. 247 u. Chemisch. Ackersmann, 1864, p. 157.
Kinnaird, Chem. Ackersmann. 1864. p. 159.

§ 78.

Pasteur, Compt. rend. 1863. T. LVI, p. 416, p. 734, p. 1189 und Chem. Centralblatt. 1864. p. 465.
Lemaire, ebendaselbst. T. LVII, p. 628 u. Chem. Centralblatt a. a. O.
Dujardin, ebendas. T. LVII, p. 625 u. Chem. Centralblatt a. a. O.
von Tieghem, ebendas. 1864. T. LVIII, p. 149 u. Chem. Central-blatt a. a. O.
Schönbein, ebendaselbst.

§ 79.

von Nägeli, Die niederen Pilze.

§ 81.

Thénard, Compt. rend. T. XLVIII, p. 722.
Isidore Pierre, Dingler, Bd. CLXIV, p. 318.
Völcker, Journal of England. Vol. XVIII, p. 111.

§ 85.

Völcker, Journal of England. 1856. Vol. XVII, p. 191

§ 86.

E. **Wolff**, Versuchsstationen. Bd. I, p. 123.

§ 87.

Boussingault, Landwirthschaft. Bd. II, p. 179.
Schmidt, Livländische Jahrbücher. Bd. 14. 1860. p. 139.
R. **Hoffmann**, Ackerbauchemie. 1866. p. 294.
Petermann, Agriculturchem. Centralblatt. 1873. IV, p. 330.
P. **Bretschneider**, Jahresbericht. X. Jahrg. p. 188.

Kapitel IV.

Behandlung des Düngers in der Dungstätte und auf dem Hofe.

§ 88.

Bailey, Wolff's naturgesetzliche Grundlagen des Ackerbaues. 3. Aufl. 1856. p. 596.
Wolff, ebendaselbst. p. 597.

§ 89.

C. E. **Bergstrand**, Annalen der Landwirthschaft in Preußen. 1872. p. 231.

§ 92.

Hellriegel, Chem. Ackersmann. 1855, p. 39 und 1856, p. 87.
Grouven, Bericht von Salzmünde. 1862. p. 276.



Stöckhardt, Chem. Feldpredigten. p. 136.
E. Wolff, a. a. O. p. 762.

§ 112.

Martiny, Wochenschrift der preuß. Annalen. 1866. p. 91.

§ 113.

Veit, a. a. O. Bd. I, p. 273 u. s. w.
Gumbrecht, landw. Berichte. H. 26, p. 6.
Schulz-Fleeth, der rationelle Ackerbau. p. 380.

§ 114.

Lawson, E. Chadwick, } Wilda, 9. Jahrg. 2. Bd., p. 40.

§ 115.

Hartstein, Vom englischen und schottischen Düngerwesen. 1853. p. 1 bis 49 und die flüssige Düngung. 1859. p. 1—82.
Mark-Lane-Expreß, Wilda. 9. Jahrg. 2. Bd., p. 40.

Kapitel VI.

Die menschlichen Excremente.

§ 116.

von Liebig, Naturwissenschaftl. Briefe. 1859. p. 189.

§ 117.

Lecanu, Journal de Pharmacie. 1839. Vol. XXV, p. 681.
Becquerel, Lehmann's Lehrb. der physiologischen Chemie. 1850. Bd. II, p. 144.
Chambert, Recueil des Mémoires de médecine et de pharmacie milit. T. 58, p. 328.
Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. 1850. Bd. II, p. 447.
Boussingault, a. a. O.
Lawes und Gilbert, a. a. O.
Porter, Annal. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXXI, p. 109.
Way, Wolff's naturgesetzliche Grundsätze u. s. w. p. 454.
Fleitmann, Poggendorf's Annalen. Bd. LXXVI, p. 382 und Journal für practische Chemie. Bd. 48, p. 54.
Breed, Silliman's Americ. Journal. Vol. XIII, p. 224.
Neubauer, Journal für pract. Chemie. Bd. 67, p. 65.
Dünkelberg, ebendaselbst. Bd. 64. p. 235.

§ 118.

Lawes und Gilbert, a. a. O.
Berzelius, v. Gorup-Besanez, Lehrb. d. phys. Chemie. 1862. p. 499.
Porter, Way, Fleitmann, } a. a. O.

§ 121.

Girardin, Jahresbericht. Jahrg. III, p. 187.
Louis L'hote, ebendaselbst. p. 188.
C. Karmrodt, Annalen d. Landwirthschaft. Wochenschrift. 1865. p. 31.
J. Neßler, A. Mayer, Bericht über die Arbeiten der Versuchsstation Karlsruhe. 1870.
O. Kohlrausch, Jahresbericht. 16. und 17. Jahrg. p. 16.
E. Wolff, G. Dittmann, Jahresbericht. 18. und 19. Jahrg. p. 37.

§ 122.

W. Gintl, Chem. Centralblatt. 1874. p. 828.

§ 123.

A. Petermann, Agriculturchem. Centralblatt. 1878. Bd. V, p. 15.
M. Fleischer, Landw. Versuchsstation. 1881. p. 374.

§ 124.

Alex. Müller, landw. Centralblatt f. Deutschland. 1874. p. 667.

§ 125.

Senftleben, Privatmittheilung.
Panum, Schmidt's Jahrbücher der gesammten Medicin. Bd. 101, p. 213.

§ 126.

Florentinus, Geop. II, p. 22.
Columella, de re rustica. Bd. II, p. 15. Beheim-Schwarzbach, Beiträge zur Kenntniß des Ackerbaues der Römer. 1866. p. 85.
Plinius, naturalis historiae. XVII, p. 6 und Beheim-Schwarzbach a. a. O.
Lawes und Gilbert, Ueber Zusammensetzung, den Werth und die Benutzung des städtischen Kloakendüngers. Deutsch von S. v. Holtzendorff. p. 60.

§ 127.

von Nägeli, a. a. O.

§ 128.

Karl Mittermaier, die Reinigung und Entwässerung der Stadt Heidelberg. 1870.

§ 133.

Moulé, Jahresbericht. 1865. p. 237.

§ 134.

A. Schultz, Anhaltspuncte zur Beurtheilung der Canalisationsfrage in Berlin. 1880.
Mittermaier, a. a. O.

§ 138.

von Langsdorff, Vortrag.

§ 141.

F. Dronke, Bericht über die Reinigung des Frankfurter Siebkanalswassers auf chemisch mechanischem Wege. 1878.

§ 142.

Liernur, Vortrag über Städtereinigungsfrage, gehalten in Bayreuth am 4. Juni 1878; Ueber die Canalisation von Städten auf getrenntem Wege, Vortrag in Frankfurt a./M., 24. Juli 1879; Verhandlungen des internationalen Vereins in Cöln, 1878, p. 71 u. s. w., in Cassel, 1880, p. 87.
A. Schultz, a. a. O.

§ 143.

A. Scheiding, das Feuer-Closet mit Closetofen und Abdampfapparat. 1879.

§ 144.

Pettenkofer,
Crace-Calvert,
W. Crookes,
Angus Smith,
Sansom,
} Dingler's Polytechnisches Journal. 1873. Bd. 210, p. 135.

Liebreich,
Schür,
Wichelhaus,
Schrader,
Behrend,
Ziurek,
} ebendaselbst p. 134.

Crookes, ebendaselbst p. 135.

§ 146.

Pettenkofer, Chem. Ackersmann. 1866. p. 60.

§ 147.

Payen, a. a. O. § 54.
A. Müller, Journal für pract. Chemie. Bd. 81, p. 452.
Neßler, Bericht über die Arbeiten der Großh. Versuchsstation Karlsruhe 1870.
Mosselmann, Compt. rend. Vol. 56, p. 1261.
v. Salviati,
Eichhorn,
Röder,
} Die Verwerthung der Abfuhr der Dungstoffe in verschiedenen Städten und darauf bezügliche Vorschläge für Berlin. 1865.
H. Villoquin, Peters, Jahresbericht. 1864. p. 221.
Müller-Schürr, Polytechnisches Centralblatt. 1865. p. 1575, sowie in der Schrift von Lawes und Gilbert, p. 97; ferner Wochenschrift der preuß. Annalen. 1865. p. 210.

§ 148.

Hellriegel, Lawes und Gilbert's Schrift. p. 104.

§ 150.

J. Neßler, a. a. O.

§ 151.

Petri, Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. Jahrg. 15. p. 401.

§ 152.

Crookes, Centralblatt der Agriculturchemie. 1872. Bd. II, p. 73.

§ 153.

Coutaret, Kral, Blanchard, Chateau, Poussier, Fleck, Dingler's Polytechnisches Journal. 1873. Bd. 210, p. 131.
J. Meyer, ebendaselbst. p. 132.
Perreymond, Mac Dougall, Fuchs, ebendaselbst. p. 133.
Hoppe-Seyler, ebendaselbst. p. 135.
Magirus, ebendaselbst. p. 137.
Rydill, ebendaselbst. 1877. Bd. 223, p. 328.
J. J. Zeitler, ebendaselbst. 1880. Bd. 235, p. 283.
M. Friedrich, ebendaselbst. p. 282.
Wegler, ebendaselbst. Bd. 210, p. 132.

§ 154.

Hahn, die Benutzung der menschlichen Ausscheidungen und der thierischen Abfälle. 1857.
Fegebeutel, Privatmittheilung.
Eisbein, Mentzel und v. Lengerke's landw. Kalender. II. Theil, p. 133.
Corenwinder, Journal d'Agriculture practique. 1861.

§ 155.

Eisbein, a. a. O.

§ 160.

Teuthorn, v. Salviati, Eichhorn und Röder, Die Verwerthung und Abfuhr. 1865.

§ 161.

Th. Dietrich, Journal für Landwirthschaft. 1867. p. 236.

§ 162.

H. Tiede, Privatmittheilung.

§ 163.

Liernur, Vortrag von Liernur in Frankfurt a./M. am 24. Juli 1879.

§ 164.

Schwarz, Dingler's Polytechnisches Journal. 1876. Bd. 220, p. 161.

§ 165.

v. Podewils, Verhandlungen des internationalen Vereins zu Baden-Baden. 1881. p. 71.
Dietzel, Sächs. landwirthsch. Zeitung. 1880. p. 49.

§ 166.

A. Sindermann, Privatmittheilung.

§ 167.

Hennebutte, de Vauréal, } Archiv des Deutschen Landwirthschaftsrathes. 1881. Heft 9.

§ 168.

Hahn, Die Benutzung der menschlichen Ausscheidungen und d. Abfälle. 1857.
Corenwinder, Journal d'Agriculture practique. 1861.
Eisbein, a. a. O.
Gilbert und Lawes, a. a. O. p. 40.
H. Tiede, Privatmittheilung.
Roeder, Agriculturchem. Jahresbericht. 1868/69. p. 471.

§ 169.

v. Salviati, Eichhorn, Röder, } Preuß. Annalen der Landwirthschaft. 1865. p. 1.
v. Proskowetz jun., Deutsche Zeitung. Wien 1881. Nr. 332
C. Reclam, Verhandlungen des internationalen Vereins zu Cöl p. 111.
v. Wöllwarth, Bericht des deutschen Landwirthschaftsrathes. 188
Alex. Müller, Nachrichten aus dem Klub der Landwirthe. N und 101. 1880.
M. Fleischer, a. a. O.
F. Soxhlet, Zeitschrift des landwirthsch. Vereins für Bayern p. 485.

Kapitel VII.

Der Compost.

§ 170.

B. Neumann, Preisschrift. 1801.

§ 172.

Lehmann, Physiologische Chemie. Bd. 3, p. 96.
Soubeiran, Boussingault, die Landwirthschaft u. s. w. Bd. I
P. Petersen, Jahresbericht für Agriculturchemie. 13. und 1 III. Bd., p. 71.
Huppert, ebendaselbst. p. 73.
J. Nowack, ebendaselbst. p. 73.
En. Mène, ebendaselbst. 16. u. 17. Jahrg. II. Bd., p. 22.
Staffel, Kopp und Liebig's Jahresbericht. 1850. p. 574.
Dietrich, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1857. p. 255.
Echevaria, Kopp und Liebig's Jahresbericht. 1852. p. 810.
Weber, Journal für practische Chemie. Bd. 48, p. 52.
Ad. Jarisch, Jahresbericht für Agriculturchemie. 13. bis 15. III. Bd., p. 78.

§ 173.

Playfair und Böckmann, Boussingault, die Landwirthschaf Bd. II, p. 227.

Rose, (Weber), Journal für practische Chemie. Bd. 48, p. 51.
Dietrich, a. a. O.
Verdeil, Lehrbuch der phys. Chemie von v. Gorup-Besanez. 1862. p. 324.
A. Jarisch, a. a. O.
Poggiale, Liebig und Kopp's Jahresbericht. 1847 u. 1848. p. 868.
Brozeit, Jahresber. für Agriculturchemie. 13.—15. Jahrg. Bd. III, p. 79.
J. Ranke, ebendaselbst.
Steinberg, ebendaselbst. 16. u. 17. Jahrg. Bd. II, p. 61.

§ 174.

Scheerer, v. Baer, } Boussingault, die Landwirthschaft u. s. w. Bd. II, p. 225.
Märcker, E. Schulze, } Dingler's polytechn. Journal. 1870. Bd. 198, p. 79.
Baudrimont, Kopp und Will's Jahresbericht. 1859. p. 623.
Mulder, Versuch einer physiologischen Chemie. Bd. II, p. 556.
Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1860. p. 123.
Wolff, Jahresber. für Agriculturchemie. 16.—17. Jahrg. II. Bd., p. 19.
Weigelt, Privatmittheilung.

§ 175.

J. Fittbogen, Annalen der Landwirthschaft; Wochenblatt 1868. p. 91.
Ed. Harms, Hoffmann's Jahresbericht. I. Jahrg. p. 64.
E. Rode, ebendaselbst. IV. Jahrgang. p. 61.
W. Wicke, Journal für Landwirthschaft. Bd. 9, p. 156.
S. Cloez, Hoffmann's Jahresbericht. 3. Jahrg. p. 58.
Luyken, ebendaselbst. 2. Jahrg. p. 87.
Anderson, The Journal of Agriculture and the Transactions of Scotland. 1864. p. 181.
E. Wittstein, Jahresber. der Agriculturchemie. 18. und 19. Jahrg. Bd. 1, p. 139.
Dietrich, Hoffmann's Jahresbericht. 5. Jahrg. p. 62.
Reitler, ebendaselbst. 4. Jahrg. p. 60.
H. Zschiesche, Hoffmann's Jahresbericht. 7. Jahrg. p. 97.
Harms, a. a. O.
Anderson a. a. O.
R. Heinrich, Annalen d. Landwirthschaft. Wochenblatt. 1868. p. 3.
Klinckfiech, Hoffmann's Jahresber. 4. Jahrg. p. 59.
Völcker, ebendaselbst. 1. Jahrg. p. 64.

§ 178.

Wander, Landwirthsch. Centralblatt für Deutschland. 1865. Bd. II, p. 222.
Peters, Landw. Wochenblatt für die Provinz Posen. 1863. p. 72.
J. Breitenlohner, Jahresber. für Agriculturchemie. 11. u. 12. Jahrg. p. 401.
R. Vogt, ebendaselbst. p. 403.
Th. Siegert, Amtsblatt für die landw. Vereine d. Königr. Sachsen. 1862. p. 67.

§ 179.

Reichardt, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1865. p. 370.
Breitenlohner, a. a. O.
R. Pott, landw. Versuchsstationen. 1873. Bd. 16, p. 196.
Peters, Wochenblatt der preuß. Annalen. 1862. p. 469.
Siegert, Amtsblatt für die landw. Vereine d. Königr. Sachsen. 1861. p. 40.
Pincus, Hoffmann's Jahresber. 4. Jahrg. p. 180.
Henneberg, Journal für Landwirthschaft. 1872. p. 482.

§ 180.

Meyer u. Vonhausen, Annalen der Chemie u. Parmacie. Bd. LXXXII, p. 180.
Th. Dietrich, Hoffmann's Jahresber. X. Jahrg. p. 207.
Wagner, Rupprecht, Jahresbericht für Agriculturchemie. 18. und 19. Jahrg. Bd. III, p. 35.
Kleinschmidt, Schulze, Hertwig, Bötticher, Hoffmann, Wrightson, Schulze, Lehrbuch der Chemie für Landwirthe. Bd. II, p. 80.
W. Wicke, Journal für Landwirthschaft. 1867. p. 363.
Jäckel, Archiv für Pharmacie. 1852. Bd. LXX, p. 272.
H. Vohl, Hoffmann's Jahresbericht. II. Jahrg. p. 214.
H. Hellriegel, Annalen der Landwirthschaft, 1859. p. 49.
Anderson, Transactions of Highland. 1855 bis 1857. p. 130.
F. Stohmann, Zeitschrift d. landw. Central-Vereins d. Prov. Sachsen. 1868. p. 55.
Boussingault, die Landwirthschaft u. s. w. Bd. II, p. 118.
Lechatelier, Léon Durand-Clage, Jahresber. der Agriculturchemie. 16. und 17. Jahrg. Bd. III, p. 64.
Weigelt, Privatnachricht.

§ 182.

Trommer, Bodenkunde. p. 252.
Pincus, Hoffmann's Jahresbericht. 4. Jahrg. p. 180.
Schuhmacher, Die Physik des Bodens. 1864. p. 57.

§ 183.

Pincus, a. a. O.
J. Neßler, Bericht der großh. Versuchsstation Karlsruhe. 1870. p. 81.

§ 189.

Grouven, Hoffmann's Jahresbericht. IX. Jahrg. p. 239.

Zweiter Abschnitt.

Relative Dungmittel.

I. Die vor Allem direct düngend Wirkenden.

Kapitel I.

Die Excremente der Vögel.

§ 194.

Mago, Forchhammer, der Vogeldung der Alten. Agronomische Zeitung 1856. p. 694.
Cato, de re rustica 36 u. Forchhammer. Beheim-Schwarzbach, a. a. O. p. 82.
Varro, Forchhammer und Beheim-Schwarzbach. p. 82.
Palladius, de re rustica I, 38 und Beheim-Schwarzbach, p. 83.

§ 195.

Garcilaso de la Vega, Feuillé, Frezier, Ulloa, A. v. Humboldt, } Wilda's landwirthschaftl. Centralblatt. 1860. Bd. II, p. 35.
Fourcroy, Vauquelin, } Annales de Chimie. Vol. 56.
Klapproth, Beatson, J. Banks, Skinner, d'Orbigny, } Wilda, a. a. O.
Stecher, Wilda a. a. O.

§ 197.

Tschudi, Wilda, a. a. O.
Völcker, Journal of England. V. 25, p. 204.
Fyfe, Krockers Centralblatt. 1866. p. 453.
Bulford, Wilda. 1858. p. 192.
Rucker, Petermann's geograph. Mittheilungen. 1863. p. 271.
Coindet, Transactions of Highland. 1863—1865. p. 174.

§ 199.

Boussingault, Compt. rend. T. LI, p. 844.

§ 200.

Karmrodt, Zeitschrift des landwirthschaftl. Vereins von Rheinpreußen. 1861. p. 401.
Phipson, Journal für practische Chemie. Bd. 91, p. 91.
Karmrodt, a. a. O.
Boussingault, Journal für practische Chemie. Bd. 85, p. 511.
Völcker, Journal of England. Vol. 25, p. 191.

Way. Journal of England. 1849. Vol. X., Part. I, p. 196.
Karmrodt, a. a. O.
Schneider, Wilda's landw. Centralblatt. 1861. p. 454.
Völcker, a. a. O.
Hellriegel, Wochenschrift der preuß. Annalen. 1865. p. 190.

§ 201.

José Villa, Rivero, Laraquet, Meresby, — Wilda's landw. Centralblatt. 1861. 2. Bd., p. 35.
Commission der peruanischen Regierung. Wilda's landwirthsch. Centralblatt. 1862. 1. Bd., p. 380 u. Petermann. 1862. p. 200.
Wallave Fyfe, a. a. O.

§ 203.

von Liebig, Annalen der Chemie u. Pharmacie. N. R. Bd. 42, p. 11.

§ 206.

Barral, Journal of England. Vol. 25, p. 204.
Völcker, ebendaselbst.

§ 207.

Hellriegel, Wilda's landwirthsch. Centralblatt. 1859. II. Bd., p. 33.

§ 208.

Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1859. p. 42.

§ 209.

Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1862. p. 44.

§ 211.

Anderson, Journal of the Highland Society of Scotland. 1858. p. 351.

§ 212.

Lawes, Journal of England. 1864 II. Ser. Vol. I, p. 213.
Völcker, ebendaselbst. Vol. 25, p. 204.

§ 213.

Anderson, Transactions of Highland. 1863—1865. p. 174.

§ 214.

Völcker, Journal of England. 1864. Vol. 25, p. 256.

§ 215.

Anderson, Transact. of Highland and Scotland. 1863—1865. p. 177.
Ulex, Schulz, G. Kühn, Sachße, — Agriculturchem. Jahresbericht. 1870. Bd. I, p. 190.

Karmrodt, Zeitschrift des landw. Vereins f. Rheinpreußen. 1873. p. 38.
König, landw. Zeitung für Westphalen u. Lippe. 1873. p. 45.
Märcker, Agriculturchem. Jahresbericht. 16. u. 17. Jahrg. Bd. III, p. 22.
Neßler, ebendaselbst. 16. u. 17. Jahrg. Bd. III, p. 21.
Petermann, Agriculturchem. Centralblatt. 1874. Bd. IV, p. 62.

§ 216.

Johnston, Transact. of Highland and Scotland. 1863—1865. p. 168.
Anderson, ebendaselbst.
Hellriegel, 6. Jahresbericht der Station Dahme.
Girardin, Wilda's landwirthsch. Centralblatt. 1857. 1. Bd., p. 165.
Karmrodt, Hamm's agronomische Zeitung. 1862. p. 764.
Anderson, a. a. O. p. 172.
Anderson, a. a. O. p. 173 u. 174.

§ 218.

Hardy, Westermann's Journal. 1860. p. 665.
Hervé Mangon, Dingler. 1858. Bd. CXLVII, p. 394.
W. Tod, landwirthschaftl. Versuchsstationen. 1859. 1. Bd., p. 364.

§ 220.

Way, Transactions of Scotland. 1853—1855. p. 447.

§ 221.

Démolon (De Molon), Agronomische Zeitung von Hamm. 1856. Bd. XI, p. 315.
Thurneyssen, ebendaselbst.

§ 222.

Démolon, a. a. O.
Wicke, Chem. Centralblatt. 1863. p. 496.
v. Bibra, Lehrb. d. phys. Chemie v. Gorup-Besanez. p. 578.

§ 223.

Denker & Co., Journal für Landwirthschaft. Hannover 1855. p. 503 und 1856 p. 44 und Hamm, XV. Jahrg. p. 731.
Wicke, ebendaselbst.

§ 224.

E. Meinert, Chem. Ackersmann. 1871. p. 245.
Rümpler, Künstliche Düngerstoffe. 2. Aufl. 1879.
Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1870. p. 52.
A. Pagel, Zeitschrift des landw. Centralvereins für die Provinz Sachsen. 1876. p. 25.
J. König, } Landw. Jahrbücher. 1873. p. 107.
J. Kiesow, }

§ 225.

Anderson, Transactions of Scotland. 1859—1861. p. 73.
Payen, Malaguti und Moride, Agronom. Zeitung. 1856. Bd. XI, p. 315.

A. Müller, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1856. p. 272.
Kraut, Journal für Landwirthschaft. Hannover 1856. p. 336.
Wicke, a. a. O.
Arendt, Wilda's landw. Centralblatt. 7. Jahrg. 1859. II. Bd., p. 153.
Anderson, Transactions of Scotland. 1859—1861. p. 15.
Hellriegel, Wilda's landw. Centralblatt. 1858. Bd. II, p. 332.
Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1860. p. 59.
Stöckhardt, ebendaselbst. 1857. p. 170.
Stöckhardt, ebendaselbst.
Hellriegel, Preuß. Annalen. 16. Jahrg. Bd. II, p. 134.
Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1864. p. 162.
Anderson, Transactions of Scotland. 1859—1861. p. 73.

§ 226.

Meinert, Wochenschrift der preuß. Annalen. 1862. p. 136.
Ruffle, Jahresbericht für Agriculturchemie. 1881. 24. Jahrg. p. 323.
J. König, Privatmittheilung.

Kapitel II.

Die phosphorsauren Dungstoffe.

§ 227.

Crusius, Chem. Ackersmann. 1864. p. 121.
E. Heiden, die Phosphorsäure in ihren Beziehungen zur Landwirthschaft. 1865. p. 38.
Krocker, Landwirthschaftl. mecklenb. Annalen. 1864. Nr. 49.
Rautenberg, Journal für Landwirthschaft. Hannover 1863. p. 207.

§ 228.

Daubeny, Journal of England. Vol. IX, Part. I, p. 56.
R. de Luma, Chem. Ackersmann. 1860. p. 9 und Ergänzungsblätter. 1866. p. 497.
Niederstedt, Bericht der deutschen chem. Gesellschaft. 1879. p. 107.
Egozcue und Mallada, landwirthsch. Versuchsstationen. Bd. XXI, p. 245.
Völcker, Journal of the Royal agricultural society of England. 1875. Vol. XI, Ser. II, p. 399.
Hörde, Bergwerks- und Hüttenverein. Chem. Ackersmann. 1860. p. 51.
Rößler und Theobald, Jahresbericht von Liebig und Kopp. 1851. p. 815.
Retschy, Krocker, landw. Centralblatt. 1866. Bd. II, p. 143.
R. Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie. 1867. p. 407.
Fresenius und Petersen, Krocker's landw. Centralblatt. 1867. p. 351.
C. A. Stein, Ueber das Vorkommen von phosphors. Kalk in der Lahn- und Dillgegend. 1868.
Karmrodt, Zeitschrift d. landw. Vereins f. Rheinpreußen. 1866. p. 351.
Wicke, Journal für praktische Chemie. 1867. Bd. 100, p. 317.
Dietrich und König, Jahresbericht für Agriculturchemie. Bd. X, p. 186.
Hanamann, Fehling's landwirthsch. Zeitung. 1877. p. 108.

Delanoué, Jahresbericht von Liebig und Kopp. 1854. p. 907.
Ulex, durch E. Güssefeld, Privatmittheilung.
A. Völcker, a. a. O.
Rivoit, Jahresbericht für Agriculturchemie. 16. u. 17. Jahrg. p. 28.
Bobierre, ebendaselbst. 13.—15. Jahrg.. p. 205.
Petermann, Bulletin de la station agricole de Gembloux. 1878. No. 17, p. 6.
Fr. Schwackhöfer, Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt. 1871. Bd. 21, p. 211.
W. R. Hutton, Annalen der Landwirthschaft in Preußen. Wochenblatt. 1870. p. 324.
A. Völcker, a. a. O.
A. Völcker, a. a. O.
A. Völcker, a. a. O.

§ 229.

A. Hosaeus, Annalen der Landwirthschaft in Preußen. Wochenschrift. 1871. p. 321.
Reuß, Chem. Centralblatt. 1856. p. 553.
R. Hoffmann, Versuchsstationen. Bd. VII, p. 291.
Déhérain, Agronomische Zeitung. 1860. p. 225.
A. Völcker, a. a. O.
Schmidt, Livländische Jahrbücher. 1860. 14. Bd., p. 169. Weiteres über die Coprolithen Rußlands. Agronomische Zeitung. 1860. p. 225.
Drysdale, Otto, Garten- und Blumenzeitung. 1861. p. 355.
Siegert, Versuchsstationen. 1863. p 87.
von Liebig, Böhm. Centralblatt. 1860. p. 307.
Pincus, II. Bericht der agriculturchemischen Versuchsstation zu Insterburg. p. 109.
W. Wolff, Chem. Centralblatt. 1861. p. 266.
Payen, Hoffmann, Jahresbericht. Bd. IV, p. 190 und Wilda, 9. Jahrg. I. Bd., p. 462.
Johnson, Hoffmann, Jahresbericht. Bd. III, p. 195.
Barral, ebendaselbst. Bd. IV, p. 190.
C. Fritzen, Organ des Hauptvereins Westpreußischer Landwirthe. 1864. p. 66.
Hellriegel, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. 1862. p. 292.

§ 231.

v. Liebig, Böhm. Centralblatt. 1860. p. 307.
Wicke, Henneberg, Journal für Landwirthschaft. 1860. p. 458.
Drysdale, a. a. O.
Malaguti, Wilda's landwirthschaftl. Centralblatt. 9. Jahrg. Bd. I, p. 461.
Johnson, Hoffmann's Jahresbericht. 3. Jahrg. p. 195.

§ 232.

Drysdale, Chem. Centralblatt. 1861. p. 278.
Völcker, The Journ. of the royal agric. society of England. 1876. Bd. XII, p. 440.

§ 233.

L. Meyn, die natürlichen Phosphate ꝛc. 1873. p. 141.
Völcker, a. a. O.
Krocker, Jahresbericht für Agriculturchemie. 13.—15. Jahrg. p. 196.
v. Grote, ebendaselbst.
Fittbogen, ebendaselbst.
Cherson, Dingler's Polytechnisch. Journal. 1880. Bd. 237, p. 413.

§ 234.

Völcker, a. a. O.

§ 235.

Völcker, a. a. O.

§ 236.

H. Gilbert, durch Güssefeld, Privatmittheilung.

§ 238.

Cherson, a. a. O.

§ 240.

Völcker, The Journal of England. 1861. Vol. XXI, p. 350.
Phipson, Journal für practische Chemie. Bd. 87, p. 124.
Julien, Krocker, landwirthschaftl. Centralblatt. 1864. Bd. I, p. 1.
Ritthausen, Landwirthsch. Jahrbücher aus Ostpreußen. 1863. p. 226.
Anderson, Transactions of Scotland. 1859. Nr. 63. p. 478.

§ 241.

L. Meyn, a. a. O.
H. Gilbert, durch Güssefeld, Privatmittheilung.
Völcker, a. a. O.

§ 242.

Völcker, a. a. O.

§ 243.

Völcker, a. a. O.

§ 246.

Völcker, a. a. O.
E. Peters, Jahresb. für Agriculturchemie. 16. u. 17. Jahrg. p. 23.
F. Krocker, ebendaselbst.
C. Karmrodt, ebendaselbst.
L. Meyn, G. Berendt, Journal für Landwirthschaft. 1879. p. 411.

§ 248.

H. A. Liebig, J. Grafflin, Ulbricht, Krocker's landw. Centralblatt. 1866. p. 452. Chem. Ackersmann. 1867. p. 129.
Nesbit, Gardener's Chronicle. 1857. p. 813.
Anderson, Transactions of Highland and Scotland. 1863—1865. p. 177.
Völcker, a. a. O.
Piggot, Journal für practische Chemie. Bd. 70, p. 248 und Wilda, 1857. p. 319.
Morfit, Chem. Gaz. 1855. p. 451 und Journal für practische Chemie. Bd. 67, p. 318.

Anderson, Transactions of Scotland. 1855—1857. p. 56.
Huson, Gardener's Chronicle. 1858. p. 199.
Taylor, Silliman's American. Journal XXIV, p. 177.
Ure und Teschenmacher, Journal of England. 1849. Vol. X, p. 196.
Anderson, Journal of the Highland soc. etc. 1858. p. 351.
Ure und Teschenmacher, a. a. O.
Anderson, Journal of the Highland Soc. of Scotland. 1858. p. 351.
Way, ebendaselbst.
Grouven, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1858. p. 62.
Karmrodt, Hoffmann's Jahresbericht. 3. Jahrg. p. 198.
Dietrich, ebendaselbst. 5. Jahrg. p. 170.

§ 250.

Commerzial-Nachweisungen des Zollvereins, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. 1858. p. 1.
Heintz, Journal für practische Chemie. 1849. p. 24.
Frémy, Jahresbericht von Liebig und Kopp. 1855. p. 705.
Völcker, The Journal of England. 1861. Vol. XXI, p. 350.
Boussingault, Beiträge u. s. w. 1856. p. 98.
R. Hoffmann, Journal für practische Chemie. 1867. Bd. 101, p. 129.
Völcker, a. a. O.

§ 251.

Bobierre, Moride, } Wilda, 6. Jahrg. p. 111.
Völcker, a. a. O.

§ 252.

Völcker, a. a. O.

§ 254.

v. Liebig, Böhm. Centralblatt. 1860. p. 307.
Jarriges, Stöckhardt, } Chem. Ackersmann. 1862. p. 123.
Dietrich und König, Jahresbericht für Agriculturchemie. 11. und 12. Jahrg. p. 385.

§ 255.

Schober, Chem. Ackersmann. 1863. p. 24.
Grouven, Wochenblatt d. preuß. Annalen. 1862. p. 102.
Bobierre, Wilda. 6. Jahrg. p. 111.
Kensington, Journal of England. 1862. p. 491 und Wilda's Centralblatt. 10. Jahrg. 2. Bd., p. 29.
Verney, Journal of England. Vol. VI, Part. II, p. 331.

§ 256.

Rümpler, Die käufl. Düngestoffe. 2. Aufl.
Bineau, ebendaselbst.
Th. Carr, ebendaselbst.

§ 257.

L. Brunner, Privatmittheilung.

§ 258.

E. Heiden,
E. Güntz, Amtsblatt f. d. landw. Vereine Sachsens. 1873. p. 61.
Holdefleiß, Zeitschrift des landw. Central-Vereins für die Provinz Sachsen. 1874, p. 197 und 1876, p. 11.

§ 259.

Dr. Cohn, Krocker, landwirthschaftl. Centralblatt. 1864. p. 6.

§ 260.

Petermann,
Grandeau,
Dünkelberg, Landw. Versuchsstationen. 23. Bd., p. 393.

Emmerling,
Siewers,
Müller,
Maercker,
Birner,
Wolff,
Klien,
E. Heiden,
Fleischer, Landw. Versuchsstationen. 1881. 26. Bd., p. 355.

§ 261.

Anderson, Chem. Ackersmann. 1861. p. 208.
Gühler, Chem. Centralblatt. 1860. p. 234.

§ 262.

Hannam, Journal of England. 1845. Vol. 6, p. 74.
Krämer, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. 1857. Bd. 29, p. 462.

§ 263.

Pusey, Journal of England. Vol. VIII, p. 417.
Hannam, a. a. O.

§ 264.

Pusey, a. a. O.
Krämer, a. a. O.

§ 265.

Rümpler, a. a. O.

§ 266.

R. Wagner, Rümpler, a. a. O.
F. Settsam, Wagner, Jahresbericht der chem. Technologie. 1880. p. 821.
Davidsohn, ebendaselbst. 1881. p. 910.
Junker, ebendaselbst.
Deiß, ebendaselbst.
E. van Hecht, ebendaselbst.
Th. Richter, ebendaselbst. 1881. p. 911.
W. Suhr, ebendaselbst. 1882. p. 1017.
E. v. Pöppinghausen, ebendaselbst. p. 1019.
H. Hirzel, ebendaselbst. p. 1019.

J. Weltheim,
B. Birkenheuer,
Werner,
Schneider,
} Dingler, polytechn. Journal. 1883. Bd. 247, p. 467 und Bd. 250, p. 71.

§ 267.

Ilienkoff, Wochenschrift der preuß. Annalen. 1866. p. 213.
A. Engelhardt, ebendaselbst.

§ 268.

Karmrodt, Zeitschrift des landw. Vereins für Rheinpreußen. 1862. p. 75 und Wilda's Centralblatt. 1862. 4. Heft.
Bretschneider, Mittheilungen des landwirthsch. Vereins für Schlesien. Heft 10. p. 51.
Karmrodt, Zeitschrift des landw. Vereins für Rheinpreußen. 1862. p. 87 und Wilda's Centralblatt. 10. Jahrg. 2. Bd., p. 48.
Herth, Wilda's Centralblatt. 1859. Bd. II, p. 54.
Grouven, ebendaselbst. 1860. Bd. I, p. 322.

§ 269.

Lehmann, Versuchsstationen. Bd. VI, p. 338 und 418.

§ 270.

Chambardel, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1850. p. 241.

Kapitel III.

Die Ammoniak- und salpetersauren Salze.

§ 276.

Dietrich, Chem. Ackersmann. 1866. p. 15.

§ 277.

A. B. Griffith, Chemiker-Zeitung. 1883. p. 1612.
Th. Richters, ebendaselbst. 1881. p. 379.
J. J. Bolton und
J. A. Wanklyn, } ebendaselbst. 1882. p. 385.
G. Wunder, ebendaselbst. 1882. p. 406.
Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1858. p. 241.
Gerlach, A. Rümpler. 2. Aufl. p. 95.
F. Ströhmer und Th. Scholz, Chemiker-Zeitung. 1881. p. 519.
George Neilson Tucker, ebendaselbst. 1881. p. 379.
Hubert Grouven, ebendaselbst. 1881. p. 542.
G. Vibrans, ebendaselbst. 1881. p. 751.
August Hegener, ebendaselbst. 1881. p. 564.
Fr. Xaver Brosche Sohn, ebendaselbst. 1881. p. 624.
Gesellschaft L'Azote, ebendaselbst. 1882. p. 285.
Hamilton Young Castner und Edwin Bennett Castner, ebendaselbst. 1883. p. 941.
Francis John Bolton und James Alfred Wanklyn, ebendaselbst. 1882. p. 285.

Thomas B. Fogarts, Chemiker-Zeitung. 1883. p. 1641.
R. Tervet, ebendaselbst. 1883. p. 1695.
W. A. Rowell, ebendaselbst. 1883. p. 1657.
E. Ernst, ebendaselbst. 1882. p. 470.
H. Steffens, ebendaselbst. 1883. p. 1314.
Ludwig Mond, ebendaselbst. 1883. p. 569.

§ 278.

C. Schumann, Versuchsstationen. 1872. Bd. 15, p. 230.
P. Wagner, Agriculturchem. Centralblatt. 1873. IV. Bd., p. 336.
Maercker, Zeitschrift des landw. Central-Vereins für die Provinz Sachsen. 1883. p. 76.

§ 279.

Maercker, A. Rümpler. 2. Aufl. p. 98.

§ 280.

Schattenmann, Moniteur industriel. 1847. No. VII und Dingler, 1847. Bd. 104, p. 213.
E. Heiden, Denkschrift zur Feier des 25jähr. Bestehens der Versuchsstation Pommritz. 1883. Th. II, p. 6.

§ 281.

J. Digby, Evelyn, } Journal of England. 1852. Bd. XIII, p. 349.
Bollaert, Schneitler, landwirthsch. Zeitung u. s. w. 1859. p. 334.

§ 282.

H. Gruner, Die stickstoffhaltigen Düngemittel und der Chilisalpeter. 1883.
Gilbert, Guyard, Langbein, } ebendaselbst.

§ 283.

von Rath, Stöckhardt, } Wolf, naturgesetzliche Grundlagen. 3. Aufl. p. 452. Chem. Ackersmann. 1855. p. 49.
Anderson, Völcker, } Wolff, a. a. O. p. 451.
Ritthausen, Agriculturchemische Untersuchungen von Möckern. 4. Ber. 1855. p. 22.

§ 284.

Pusey, Journal of England. 1852. Vol. XIII, p. 349.
Ritthausen, a. a. O.

§ 285.

E. Heiden, a. a. O.
Märcker, Landw. Kalender von Menzel und von Lengerke. 1879. p. 77.

§ 288.

Drechsler, Henneberg's Journal für Landwirthschaft. 1879. p. 1.
Déhérain, Chemiker-Zeitung. 1883. p. 1612.

Kapitel IV.

Die kalireichen Dungmittel.

§ 291.

F. Crusius, Chem. Ackersmann. 1864. p. 121.
G. Schmied, Stohmann, } Landwirthsch. mecklenburg. Annalen. 1864. Nr. 49 u. f.
Rautenberg, Journal für Landwirthschaft. Hannover 1863. p. 207.

§ 293.

Karmrodt, Zeitschrift des landw. Vereins für Großhessen. 1865.

§ 296.

v. Liebig, Grouven, Hellriegel, } Wilda's landw. Centralblatt. 1861. Bd. I, p. 228.
Peters, Versuchsstationen. Bd. II, p. 293.
Lager von Huy bei Dingelstedt, Chemiker-Zeitung. 1882. p. 1326.
Lager zu Jessenitz bei Lübtheen, ebendaselbst. 1883. p. 685 u. 946.
Lager zu Vienenburg am Harz, ebendaselbst. 1884. p. 60.

§ 297.

H. Precht, die Salz-Industrie von Staßfurt und Umgegend.
Rümpler, a. a. O. p. 165.
Frank, Staßfurter Kali-Industrie. 1875.
Maercker, landw. Kalender von Mentzel und von Lengerke. 1879. p. 16.
Precht, Bericht d. deutschen chem. Gesellschaft. 1881. Bd. 15, p. 2138.
J. Lehmann, Amtsblatt f. d. landw. Vereine Sachsens. 1867. p. 51.

§ 298.

Siewert, Leopold, } Rümpler, Dungstoffe. 3. Aufl. p. 166.
A. Rümpler, ebendaselbst. p. 166.
Rammelsberg, ebendaselbst. p. 165.
A. Frank, a. a. O.
Ritthausen, land- und forstwirthschaftl. Zeitung der Provinz Preußen. 1866. p. 136 u. 140.
W. Rhode, Die Salzlager in Staßfurt.
Precht, a. a. O.

§ 299.

A. Frank, a. a. O.
A. Rümpler, a. a. O.
H. Rose, Rammelsberg, Reichardt, } A. Frank, a. a. O.
A. Frank, a. a. O.
A. Rümpler, a. a. O.
H. Precht, a. a. O.

§ 300.

Schultz-Lupitz, Die Verbilligung der Production. 1882. Vorträge über Kalidüngung und Steigerung der Erträge. 1883. Die Kalidüngung auf leichtem Boden. 1883.
Märcker, Vorträge &c. 1883.
Grahl, ebendaselbst.
Drechsler, Journal für Landwirthschaft. 1883. p. 1.
A. Mayer, ebendaselbst. XXV. Jahrg. 1882. p. 137.

§ 301.

E. Heiden, Denkschrift zur Feier des 25jähr. Bestehens der Versuchsstation Pommritz. 1883. Th. II.

§ 302.

Schlössing, Journal für practische Chemie. Bd. 71, p. 413.

§ 303.

Wandel, O. Cordel, Ueber die Zusammensetzung der wichtigsten Staßfurter Kalisalze. 1867.

§ 305.

Versuche auf der Zuckerfabrik Waldau: Frank, Wie ist der Verarmung des Bodens an Kali abzuhelfen? Magdeburg 1864; ferner O. Cordel, p. 25 und 26.
Schultze, Buhlers & Co., O. Cordel, p. 28 und 88.
Graf Hacke, Cordel, a. a. O.
O. Cordel s. Wandel.
Barthels, Kuntze und Märcker, O. Cordel, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. Bd. 52, p. 77.
Heidepriem, Agriculturchem. Jahresbericht. 13.—15. Jahrg. p. 271.
J. Moser, Biedermann. 1879. p. 103.
M. Maercker, Die Kalisalze.
Henze, Agronom. Zeitung. 1865. p. 151.
Karmrodt, Zeitschrift des landwirthsch. Vereins für Rheinpreußen. 1866. Januarheft.
W. Merckens, Grüneberg, Bericht über die Erfolge der Kalidüngung u. s. w. p. 32.
A. Stöckhardt, Chemischer Ackersmann. 1868. p. 58.
Lehmann, Cordel, } Preuß. Annalen. Bd. 52, p. 84.
J. Moser, Märcker, die Kalisalze. p. 75.
Grouven, Fühling's landw. Zeitung. 1872. p. 586.
E. Wildt, Agriculturchem. Jahresbericht. 1883. p. 231.
A. Salfeld, A. König, } ebendaselbst. 1883. p. 366.
A. Völcker, Agriculturchem. Jahresbericht. 1867. p. 228.
C. Freytag, Märcker, die Kalisalze. p. 62.
P. Lehmann, Chem. Ackersmann. 1868. p. 150.
Busse, Journal für Landwirthschaft. 16. Jahrg. 1868. p. 67.
W. Engling, Agriculturchem. Centralblatt. 1878. p. 418.

§ 306.

F. Nobbe, Amtsblatt f. d. landw. Vereine d. Königr. Sachsen. 1868. p. 32.
B. Schulz, Journal für Landwirthschaft. 1870. p. 228.
Sterneborg, Märcker, Die Kalisalze. p. 29.
E. Ebermann, Zeitschrift d. landwirthsch. Centralvereins der Provinz Sachsen. 1877. p. 69.
Rimpau-Cunrau, Märcker, Die Kalisalze. p. 30.
P. Wagner, Agriculturchem. Jahresbericht. 1875 u. 1876. p. 59.
Bretschneider, ebendaselbst. 1865. p. 272.
Schulz-Lupitz, Märcker, die Kalisalze. p. 126.
Fittbogen, Landwirthschaftl. Jahrbücher. V, 1876. p. 797.

§ 307.

Lehmann, O. Cordel, } Annalen der Landwirthschaft. 1868. Bd. 52, p. 84.
W. Henneberg, Journal für Landwirthschaft. 20. Jahrg. 1872. p. 76.
R. Heinrich, Landw. Jahrbücher. 1872. I. Bd., p. 599.

§ 308.

F. Nobbe, Amtsblatt für die landw. Vereine des Königreichs Sachsen. 1868. p. 34.
Lehmann, Chem. Ackersmann. 1868. 14. Jahrg. p. 80.
M. A. Ladureau, Jahresbericht für Agriculturchemie. 21. Jahrgang. p. 437.

§ 309.

Jungk-Falkenberg, ebendaselbst. p. 19.
F. Nobbe, Amtsblatt f. d. landw. Vereine d. Königr. Sachsen. 1868. p. 32.
W. Schäfer, Agriculturchem. Centralblatt. 1876. Bd. II, p. 411.
Lehmann, O. Cordel, } a. a. O.
Fittbogen, Landw. Jahrbücher. 1876. p. 797.
Wibrans, Jahresbericht für Agriculturchemie. 1881. p. 293.

§ 312.

A. Mayer, Landw. Versuchsstationen. 1881. Bd. XXVI, p. 77 u. 309.

Kapitel V.

Abfälle von technischen Gewerben.

§ 315.

Anderson, Transactions of England. 1855—1857. p. 43.
König und Dietrich, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel. 1874.
Eggar, Ward, } Strumpf, Fortschritte der angewandten Chemie. Bd. I, p. 155.
Völcker, Journal of England. Vol. XIX, p. 420.

Ward, Eggar, } Strumpf, Fortschritte der angewandten Chemie. Bd. I, p. 155.
Gardner, Centralblatt für Agriculturchemie. 1872. Bd. II, p. 156.
Dietrich, Preuß. Annalen. XII Jahrg. 1872. p. 460.
A. Petermann, Centralblatt für Agriculturchemie. 1873. Bd. III, p. 35.

§ 316.

v. Gohren, Hoffmann's Jahresbericht. 6. Jahrg. p. 180.

§ 318.

F. Sestini, G. Del Torre, } Die landw. Versuchsstationen. 1874. Bd. 17, p. 433.

§ 319.

Hensington, The Gardener's Chronicle. 1858. p. 785.
Anderson, Transactions of Scotland. 1853—1855. p. 708.
Stein, Dingler's polytechn. Journal. 1861. Bd. 159, p. 466.
König und Dietrich, a. a. O.
H. Scheven, Journal für practische Chemie. Bd 66, p. 315.
J. C. Lermer, Dingler's polytechn. Journal. Bd. 179, p. 71.
M. C. de Leeuw, Agriculturchem. Centralblatt. 1882. p. 356.

§ 320.

Reichardt, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1865. p. 135.
Neßler, Wilda. 1862. Bd. II, p. 153.
Grouven, I. Bericht von Salzmünde. 1862. p. 275.
R. Hoffmann, Jahresbericht. 5. Jahrg. p. 166.

§ 321.

U. Kreußler, Jahresbericht für Agriculturchemie. Jahrgang 13—15. Bd. I, p. 223.
Lichtenstein, ebendaselbst. 10. Jahrg. 1867. p. 208.
Hempel und R. Alberti, ebendaselbst. 16. u. 17. Jahrg. III. Bd., p. 68.
Breitenlohner, ebendaselbst. 11. u. 12. Jahrg. p. 396.
Th. Becker, ebendaselbst. p. 397.
Fr. Stohmann, Zeitschrift d. landw. Centralvereins für die Provinz Sachsen. 1868. p. 327.
U. Kreußler, a. a. O.
Stohmann, Journal für Landwirthschaft. Hannover 1860. p. 388.
Grouven, Zeitschrift für die Provinz Sachsen 1860. p. 278.
Bretschneider, Mittheilungen des landwirthsch. Vereins f. Schlesien. 11. Heft. p. 41.
R. Hoffmann, Böhm. Centralblatt. 1860. p. 265.
Kreußler, a. a. O.
Schoch, F. Brockhoff, } Zeitschrift des landw. Centralvereins. f. d. Provinz Sachsen. 1877. p. 121.
v. Gohren, Chem. Centralblatt 1864. p. 941.
A. Petermann, Agriculturchem. Centralblatt. 1872. I, p. 246.
F. Strohmer, Deutsche landw. Presse. 1882. p. 610.

H. Briem, Agriculturchem. Centralblatt. 1882. p. 305.
A. Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1860. p. 178.

§ 322.

Boussingault, Die Landwirthschaft. Bd. II, p. 87.

§ 323.

Boussingault, a. a. O.
G. Lechartier, Jahresber. für Agriculturchemie. 1884. p. 258.

§ 324.

Dietrich, Jahresber. für Agriculturchemie. 26. Jahrg. 1884. p. 215.
R. Hofmann, Jahresbericht IV. p. 178.

§ 325.

Lintner, Hoffmann's Jahresbericht. 8. Jahrg. p. 252.

§ 326.

Tharand. Laboratorium. Chem. Ackersmann. 1858. p. 241.
R. Hoffmann, Jahresbericht. III. Jahrg. p. 185.

§ 327.

Palladius, de re rustica I. p. 33. Beheim-Schwarzbach. p. 79.
Blondeau, Journal für praktische Chemie. Bd. 98, p. 249.
Anderson, Transactions of Scotland. 1855—1857. p. 349.
Pereira, The Gardener's Chronicle etc. 1860. p. 1005.
Anderson, a. a. O.
C. E. Bergstrand, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. 1872. p. 423 und 429.
H. Mangon, Wilda's Centralblatt. 7. Jahrg. p. 357.
Anderson, The Journal of agricult. and the transactions of Scotland. 1864. p. 245.
J. Fittbogen, Wochenblatt der preuß. Annalen der Landwirthschaft. VIII. Jahrg. 1868. p. 91.

§ 328.

Stöckhardt, Chemischer Ackersmann. 1858. p. 234.
Karmrodt, Zeitschrift des Vereins für Rheinpreußen. 1860. p. 204.
Neßler, Wilda. 10. Jahrg. 1862. p. 375.
Karmrodt, Wilda. 6. Jahrg. p. 156.
Wicke, Henneberg, Journal für Landwirthschaft. 1864. p. 107.
Grouven, I. Bericht von Salzmünde. 1862. p. 275.
M. Fesca, Zeitschrift des landw. Vereins für die Provinz Sachsen. 1874. p. 135.
Stöckhardt, a. a. O.
J. Neßler, Jahresbericht der Agriculturchemie. 26. Jahrg. p. 221.
L. Meyen, Edw. Toynbee, } Hoffmann, Jahresbericht. II. Jahrg. p. 228.

R. Hoffmann, Jahresbericht. II. Jahrg. p. 227.
Ehrhardt, Zeitschrift des landw. Central-Vereins für die Sachsen. 1880. p. 298.
v. Seydewitz, ebendas.
Petermann, Agriculturchem. Centralblatt. 1875. Bd. VII

§ 329.

Hoffmann, Jahresbericht. III. Jahrg. p. 185.
Stöckhardt, a. a. O.
E. Thiel, Fühling's landw. Zeitung. 1866. p. 321.
Philippar, Jahresber. der Agriculturchemie. 18. und 19. J Bd. III, p. 49.

§ 330.

Ward, Hoffmann's Jahresbericht. I. Jahrg. p. 177.
Reichardt, Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1865. p. 136.
Petermann, Agriculturchem. Centralblatt. 1881. p. 590.

§ 331.

Kraut, Wilda's Centralblatt. 5. Jahrg. p. 410.

§ 332.

Hellriegel, VI. Bericht von Dahme.
E. Petersen, Chem. Ackersmann. 1863. p. 239.

§ 333.

Stöckhardt, Stengel, Chem. Ackersmann. 1864. p. 32.

§ 334.

R. Hoffmann, IV. Jahresbericht. p. 176.

§ 335.

Girardin und Marchand, Wilda, 8. Jahrg. 1860. p. 3
Nantier, A. Pagnoul, Hequet d'Orval, Agriculturchem. Centralblatt. 1884. p. 9

§ 336.

Karmrodt, Wochenblatt der preuß. Annalen. 1865. p. 30.

§ 337.

Hayvaert, Wilda, 9. Jahrg. p. 260.
Payen, Bortier, Journal de la Société centrale d'Agriculture gique. 1858. p. 39.
F. H. Storer, Agriculturchem. Centralblatt. 1879. p. 331.

II. Die vor allem indirect düngend wirkenden Dungmittel.

Kapitel I.

Der Gyps.

§ 339.

A. Handtke, Hoffmann's Jahresbericht. 1860. p 239.
A. Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1868. p 111.
E. Donath, Landw. Centralblatt für Deutschland. 1875. p. 476.
J. König, Agriculturchem. Centralblatt. 1882. p. 567.
Fr. Anthon, Centralblatt für die gesammte Landescultur. 1859. p. 266.
R. Hoffmann, III. Jahresbericht. p. 189.

§ 340.

Boussingault, die Landwirtschaft. 2. Aufl. Bd. II, p. 122.
Schwerz, Cultur der Futtergewächse. p. 72.
Rigaud de l'Isle, Boussingault. Bd. II., p 142.
Smith und Villèle, ebendaselbst. p 127.
E. Heiden, Amtsblatt für die landw. Vereine des Königr. Sachsens. 1872. p. 98.

§ 341.

Sprengel, Düngerlehre. 2. Aufl. 1845. p. 423.
Gasparin, Cours d'Agriculture. 3. Aufl. Bd. I., p. 626.
Fr. Schulze, Chemie für Landwirthe. Bd. I. 1. Aufl. p. 305. 2. Aufl. p. 690.
Fellenberg, Jahresbericht von Liebig und Kopp. 1851.
Ritthausen, Agriculturchem. Untersuchungen zu Möckern. 1855. p. 41.
Hellriegel, Preuß. Annalen der Landwirtschaft. 1861. p. 217.
Bretschneider und Küllenberg, Mittheilungen des landw. Vereins der Prov. Schlesien. 1862. p. 130.
Hulwa, der Gyps auf dem Felde. Berlin 1868. p. 35.
Pincus und Bauck, Agriculturchemische Untersuchungen und Versuche. Insterburg. II. Bericht. 1861 p. 61.

§ 342.

Rückert, Fraas, Geschichte der Landwirthschaft. p. 171.
Davy, Elements of Agricultural Chemistry. II. ed. 1814. p. 329.
Chaptal, Chimie appliquée á l'agriculture. I, p. 165.
Caillat, Compt. rend. T. XXIX, p. 137.

§ 343.

Spazier, Journal für praktische Chemie. 1831. Bd. II, p. 89.
v. Liebig, Agriculturchemie. 6. Aufl. p. 70.
Brustlein, Annales de Chimie et de Physique. III. Ser. T. LVI, p. 157.

Boussingault, a. a. O.
Kreuzhage, Journal für Landwirthschaft. 1866. p. 413.
A. Pesqualini, Agriculturchem. Centralblatt. 1879. p.

§ 345.

v. Liebig, Agriculturchemie. 6. Aufl. p. 70.
Déhérain, Compt. rend. T. 56. p. 965.
E. Heiden, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. Bd. 11.

§ 348.

B. Ranquette, Agriculturchem. Centralblatt. 1881. p. 16

§ 352.

R. Hoffmann, Jahresbericht. 3. Jahrg. 1861. p. 183.
R. Hoffmann, ebendſ. 5. Jahrg. 1863. p. 166.
A. Stöckhardt, E. Wolff. Naturgesetzliche Grundlagen p. 562.

Kapitel II.

Der Aetzkalk.

Plinius, Lib. XVII. p. 47. Beheim-Schwarzbach 89.

§ 354.

J. Lehmann, Amtsblatt für die landw. Vereine d. Königr. 1867. p. 21.

§ 356.

Fr. Schultze, Chemie für Landwirthe. II. Aufl. I. Bd., p.
Way, Journal of England. Bd. XV., p. 491. 1855.

§ 360.

E. Heiden, Fr. Voigt, } Denkschrift zur Feier des 25 jährigen Bestehens suchsstation Pommritz. 1883. II. Theil.

§ 363.

E. Heiden, Fr. Voigt, } a. a. O.

§ 364.

E. Heiden, Fr. Voigt, } a. a. O.

§ 371.

R. Hoffmann, Jahresbericht. III. Jahrg. p. 183.
A. Völker, Farmer's Magazine. 1865. p. 329.
Peters, Jahresbericht. 8. Jahrgang. p. 354.
R. Hoffmann, Jahresbericht. 3. Jahrgang. p. 183.
Ad. Mayer, F. Clausnitzer, } Agriculturchem. Centralblatt. 1882. p

Kapitel III.

Der Mergel.

§ 372.

Plinius, Lib. XVII. p. 4. Beheim-Schwarzbach. Beitrag zur Kenntniß des Ackerbaues der Römer. p. 89.

§ 373.

Schübler, Grundsätze der Agriculturchemie. 1. Aufl. 2. Theil. p. 25.
Ritthausen, Land- u. forstwirthsch. Zeitung d. Prov. Preußen. 1866. p. 269.
Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Bd. I. p. 258.
Th. Dietrich, Jahresbericht f. Agriculturchemie. 16. u. 17. Jahrg. p. 69.
C. Kraut, Journal für Landwirthschaft. 1859. p. 138.
Victor Laminne, Hoffmann's I. Jahresbericht. p. 181.
C. Kraut, statt C. Krause, a. a. O.
E. Wolff, Agriculturchem. Centralblatt. 1873. IV. Bd., p. 346.
J. König, Jahresb. f. Agriculturchemie. 18. u. 19. Jahrg. III. Bd., p 4.
Th. Dietrich, ebendſ. 10. Jahrg. p. 210.
A. Emmerling, Jahresb. f. Agriculturchemie. 16. u. 17. Jahrg. p. 69.
C. Kraut, a. a. O.

§ 376.

Tennant, Philosophic. Transactions. Part. 1799. p. 305.
E. Wolff, die naturgesetzlichen Grundlagen u. s. w. 1856. p. 576.
von Thünen, Schulze, Chemie für Landwirthe. 2. Aufl. I. Bd. p. 729.

§ 377.

Puvis, Boussingault, die Landwirthschaft u. s. w. Bd. II., p 108.

Kapitel IV.

Das Kochsalz.

§ 381.

Plinius, XVII. p. 47. Beheim-Schwarzbach. p. 91.
de Cossigny, } Geubel, Ueber Kalk und Kochsalz u. s. w. 2. Aufl.
Jacquemain, } p. 45.
Abimelek, 2. Buch d. Könige. Kap. I. V. 19—21. Hesekiel. Kap. 47, V. 11. Lucä, Kap. 14, V. 34, 35 u. s. w.

§ 383.

Peters, Chem. Ackersmann. 1861. p. 26
Eichhorn, ebendſ. p. 28.

§ 384.

Frank, Versuchsstationen. VIII. Bd. p. 45.
Peters, Preuß. Annalen. 1867. Bd. 49. p. 31.

§ 385.

E. Heiden, ebendſ. 1865. Bd. 45, p. 189.

§ 386.

Geubel, a. a. O. p. 50.
Belter, Jahresbericht d. Agriculturchemie. 11. u. 12. Jahrg. p. 388.
F. Jean, ebendſ. p. 388.
Truck, Schloesing, } Dingler's polytechn. Journal. Bd. 188. p. 157.
E. Péligot, ebendſ. p. 389.

§ 387.

Herth, Chem. Ackersmann. 1861. p. 25.
Grouven und Pingen, Zeitſchrift des landw. Vereins für Rheinpreußen. 1860. p. 77.
Grouven, Bericht von Salzmünder. 1862. p. 41.
Völcker, Jahresb. f. Agriculturchemie. X. Jahrg. p. 228.

§ 388.

Peters, Chem. Ackersmann. 1861. p. 41.
Hermann, Amtsblatt für die landw. Vereine. 1862. p. 81.
Völcker, a. a. O. p. 229. ſ. auch Stöckhardt.
Stöckhardt, Chem. Ackersmann. 1871. p. 54.

§ 389.

Dietrich, I. Ber. von Heidau. p. 1,
Bretſchneider, Mittheilungen des landw. Centralvereins für Schleſien. 15 Heft. p. 57.
C. Krauch, Journal für Landwirthſchaft. 1882. p. 289.

§ 390.

Kuhlmann, Chem. Ackersmann. 1861. p. 39.
Hellriegel, Preuß. Annalen. 1859. p. 183.
Keßler, Jahresber. für Agriculturchemie. 16. u. 17. Jahrg. p. 79.
W. Fleiſchmann, Zeitſchrift des landwirthſchaftl. Vereins Bayerns. 1868. p. 119.

§ 393.

Schübler, Geubel a. a. O. p. 54 und Chem. Ackersmann. 1861. p. 23.
Becquerel, Chem. Ackersmann. 1861. p. 23.

§ 396.

Geubel, a. a. O. p. 59.

§ 397.

Schübler, a. a. O.
Fraas, Ergebnisse landw. und agricultur-chem. Versuche u. s. w. 2. Heft. p. 1 und 3. Heft, p. 119.
Reuning, Amtsblatt für die landwirthschaftlichen Vereine Sachsens. 1860. p. 19.

Düngung durch den Boden.

Kapitel I.

Die Ernte-Rückstände.

§ 398.

Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung u. s. w. 7. Aufl. 1862. I. Theil. p. 179.

§ 400.

Boussingault, a. a. O. Bd. II, p. 190.
John, Preuß. Annalen der Landwirthschaft. 9. Jahrg. 17. Bd. p. 308.
Schubart, Hellriegel u. Dietrich, Chem. Ackersmann. Jahrgang I. p. 193.
Schuhmacher, Statik. p. 147.
Fittbogen u. Ulbricht, landw. Versuchsstationen. Bd. VI, p. 474.
E. Heiden, v. Gruber und Fritsche, Jahresbericht 1868/69 der Versuchsstation Pommritz.
Fr. Nobbe, Versuchsstationen. Bd. 15. p. 391.
A. Hosaeus, Fühling's neue landw. Zeitung. IX. Jahrg. p. 29.
H. Thiel, Wilda's landw. Centralblatt. 1870. 2. Bd., p. 349.
R. Heinrich, Jahresb. für Agriculturchemie. 1875 und 1876. p. 403.
H. Hellriegel, Beiträge zu den naturwissenschaftl. Grundlagen der Ackerbauer. 1883. p. 118 bis 263.

§ 403.

v. Rosenberg-Lipinsky, practischer Ackerbau. 1862. 2. Bd. p. 25.

§ 405.

Boussingault, die Landwirthschaft. Bd. II, p. 190.
Victor, Chem. Ackersmann. 1866. p. 59.

§ 406.

Boussingault, a. a. O. p. 190.
Dietrich, Hoffmann's Jahresbericht II. p. 81.
Schober, Wilda's Centralblatt. 9. Jahrg. Bd. I, p. 227.

§ 407.

Palladius, de re rustica I. p. 6. } Beheim-Schwarzbach. p. 88.
Columella, de re rustica II. p. 16. } Beheim-Schwarzbach. p. 88.
Nebbien, v. Rosenberg-Lipinsky, a. a. O. p. 488.

§ 408.

Sprengel, Düngerlehre. II. Aufl. p. 289.

§ 409.

v. Wulffen, } Amtlicher Bericht über die 6. Versammlung deutscher
Seabell, } Land- und Forstwirthe. Stuttgart. p. 292.
Boos, Preuß. Annalen. Bd. 22, p. 453.

§ 411.

v. Rosenberg-Lipinsky, a. a. O. p. 488.
Hlubeck, Amtlicher Bericht über die 6. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe. Stuttgart. 1843. p. 292.
E. Wollny, der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung. 1877. p. 192.
Hlubeck und Boos, Preuß. Annalen. Bd. 22. p. 453.
G. Ammon s. Wollny.

§ 412.

v. Rosenberg-Lipinsky, a. a. O.

Kapitel II.

Die Brache.

§ 413.

Virgil, Georgica I. p. 71.

§ 416.

Liebig, die Chemie u. s. w. 7. Aufl. Bd. I, p. 185.
Mulder, Chemie der Ackerkrume. Bd. I, p. 457.

§ 417.

Mulder, a. a. O.
v. Liebig, a. a. O.

§ 419.

v. Heiden, Preuß. Annalen. 1867. p. 53.
E. Laer, die Ackergahre. 1865. p. 7 und 53.

Kapitel III.

Das Erdbrennen.

§ 425.

Struckmann, Henneberg's Journal für Landwirthschaft. 1856. p. 317.
Völcker, Journal of England. Vol. XII, p. 496 und Vol. XVIII, p. 342.

§ 426.

Völcker, Journal of England. Vol. XVIII, p. 342.
Kensigton, ebendas.

§ 429.

Pusey, Journal of England. Vol. IX, p. 422.
Cartwright, Hartstein, vom englischen und schottischen Düngerwesen. 1853. p. 177.
Struckmann, Henneberg's Journal für Landwirthschaft. 1859. p. 127.

Kapitel IV.

Entwässerungs-Drainage.

§ 432.

Sir W. Drysdale, F. Kreuter, Praktisches Handbuch der Drainage. 1851. p. 4.
Virgil, Georgica II. p. 348.
Plinius, XVIII. p. 8.
Columella, II. p. 2 und Beheim-Schwarzbach, p. 106 und 133.
W. Bligh, F. Kreuter. p. 13.
J. Parkes, F. Kreuter. p. 68.
Smith, ebendas. p. 62.
v. Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 8. Aufl. 1865. 2. Theil, p. 95.

§ 436.

Elkington, Kreuter. p. 59.

§ 440.

Crocker, } Wolff's naturgesetzl. Grundlagen. p. 815.
Karmarsch, }

§ 443.

Petersen, Hoffmann's Jahresbericht. 5. Jahrg. p. 148.

§ 447.

F. König, Landwirthschaftliche Jahrbücher. 1879. VIII. 2
bis 592. 1882. XI. Bd., p. 151—212 und 1885.
p. 177—238.

§ 453.

Cato, d. r. r. p. 61. Behrim-Schwarzbach. p. 99.

§ 454.

J. Neßler, Bericht der Arbeiten der Großh. Versuchsstation
1870. p. 1.

Gay-Lussac, Müller, Lehrbuch der Physik und Meteorolo
p. 137.

Alphabetisches Register.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Erste Abtheilung.

Dünger im engeren Sinne.

Erster Abschnitt.

Absolute Dungmittel.

1. Der Stallmist.

Kapitel I.

Die Excremente der Haussäugethiere und die Einstreu-Materialien.

Kapitel II.

Die einzelnen Mistarten.

Kapitel III.

Kapitel IV.

Behandlung des Düngers in der Dungstätte und auf dem Felde

Kapitel V.

Kapitel VI.

Die menschlichen Excremente.

Kapitel VII.

Der Compost.

Zweiter Abschnitt.

Relative Dungmittel.

Kapitel I.

Kapitel II.

Die phosphorsäurereichen Dungstoffe.

Kapitel III.

Kapitel IV.

Die kalireichen Dungmittel.

Kapitel V.

Abfälle von technischen Gewerben.

II. Die vor allem indirect düngend wirkenden Dungmittel.

Kapitel I.

Der Gyps.

Kapitel II.

Der Aetzkalk (gebrannte Kalk).

Kapitel III.

Der Mergel.

Kapitel IV.

Das Kochsalz.

Zweite Abtheilung.

Düngung durch den Boden.

Kapitel I.

Kapitel II.

Die Brache.

Kapitel III.

Das Erdbrennen.

Kapitel IV.

I. Entwässerung. — Drainage.

II. Bewässerung.

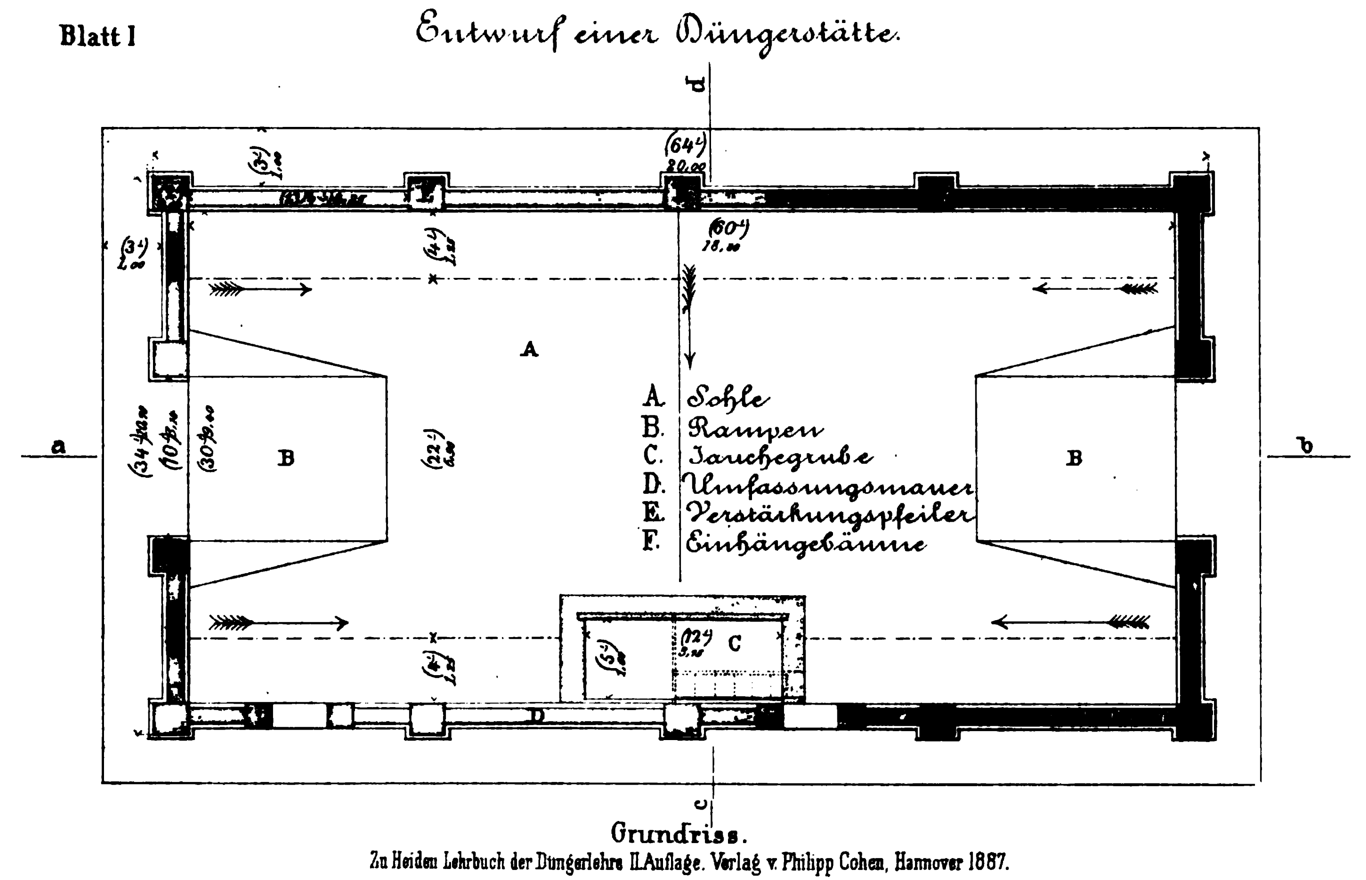
Kapitel V.

Die Bodenbearbeitung.



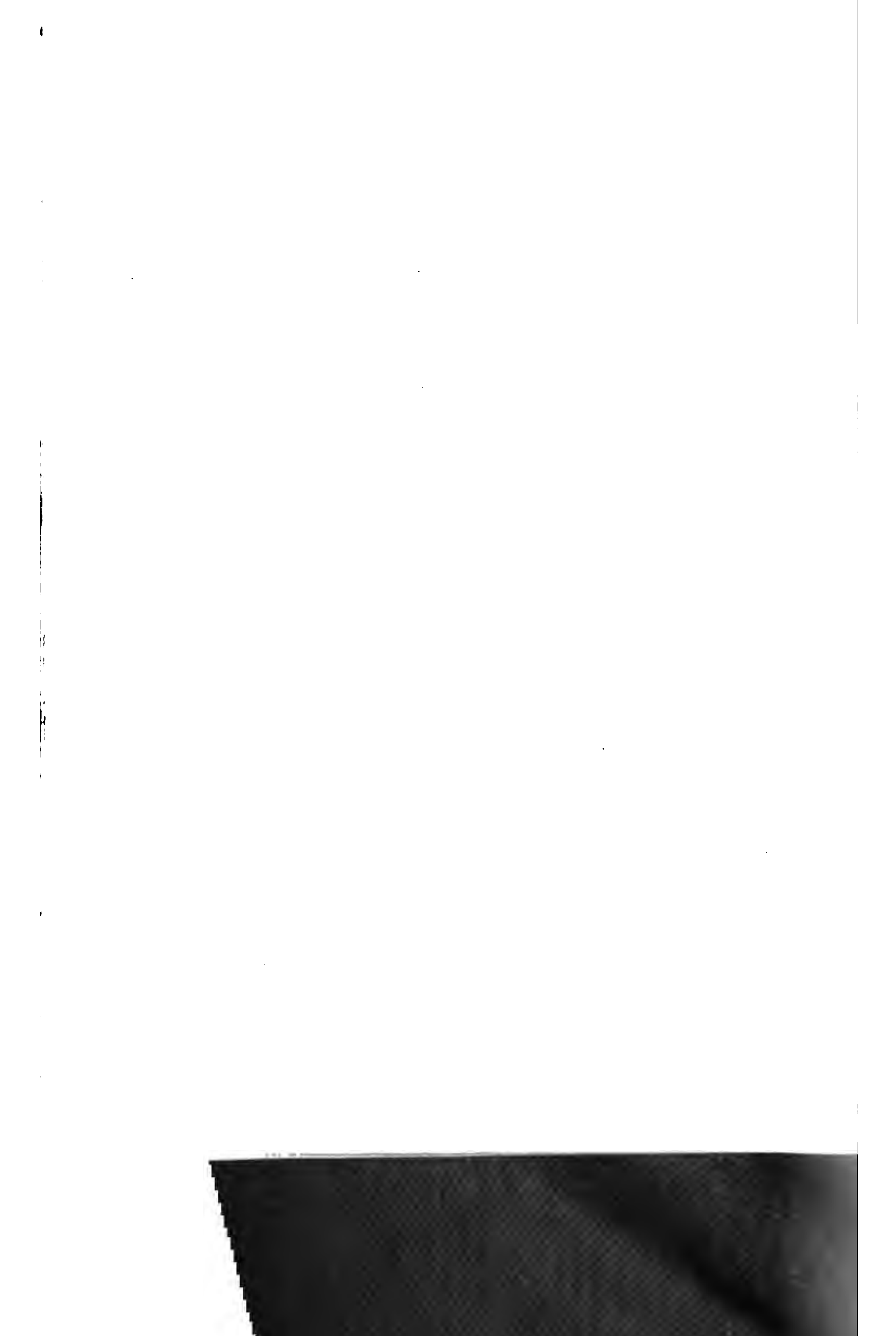
Blatt I

Entwurf einer Düngerstätte.

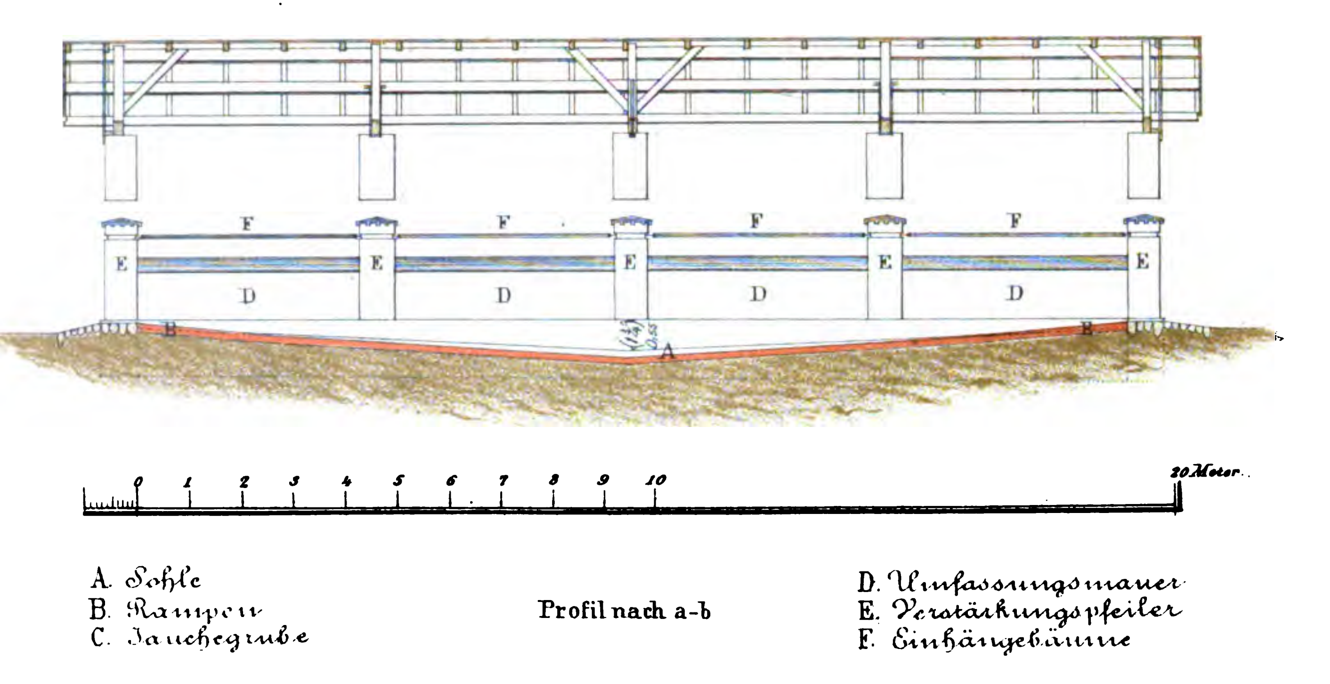


Grundriss.

Zu Heiden Lehrbuch der Düngerlehre II. Auflage. Verlag v. Philipp Cohen, Hannover 1887.



Blatt II



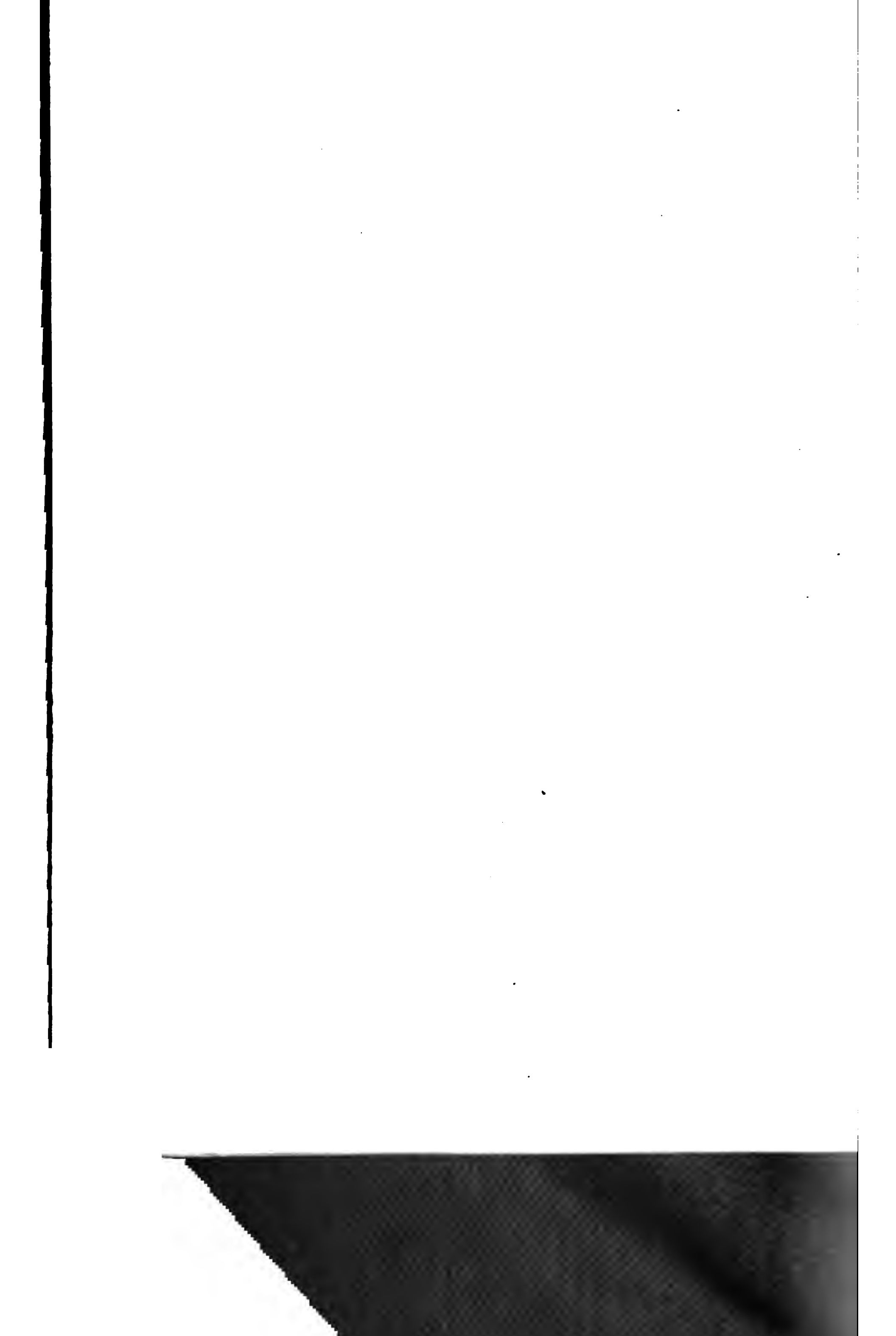
Profil nach a-b

A. Sohle
B. Rampen
C. Jauchegrube

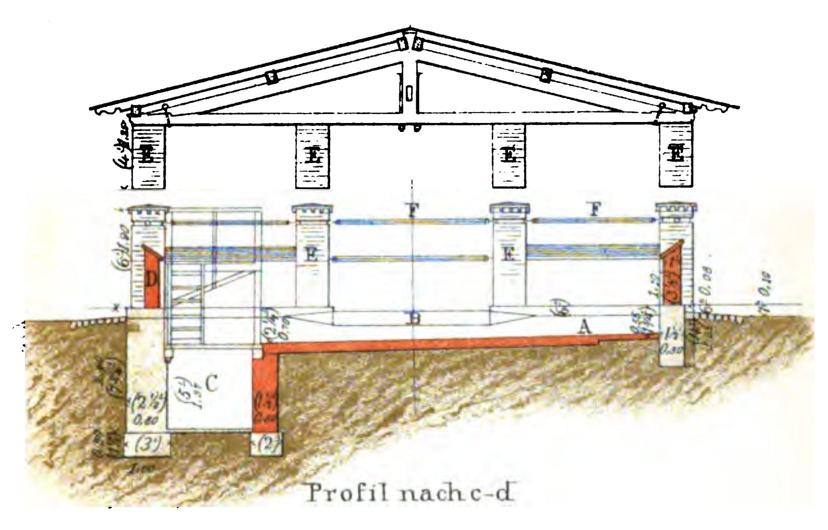
D. Umfassungsmauer
E. Verstärkungspfeiler
F. Einhängebäume

Zu Heiden Lehrbuch der Düngerlehre II. Auflage. Verlag v. Philipp Cohen. Hannover 1887.

Lith. Anst. v. Ebenhusen & Eckstein. Stuttgart.

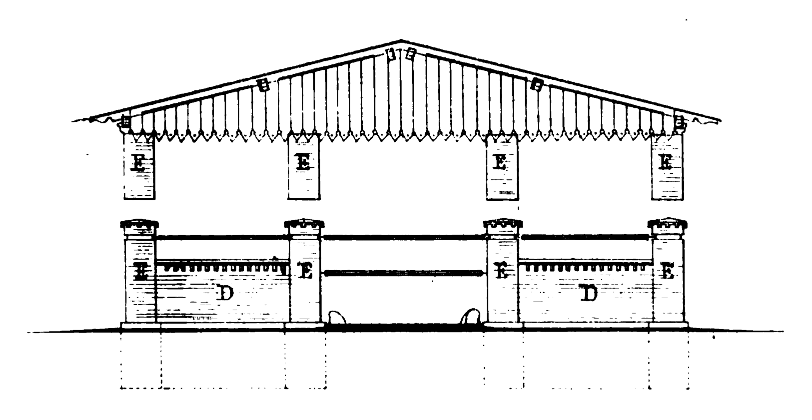


Blatt III.



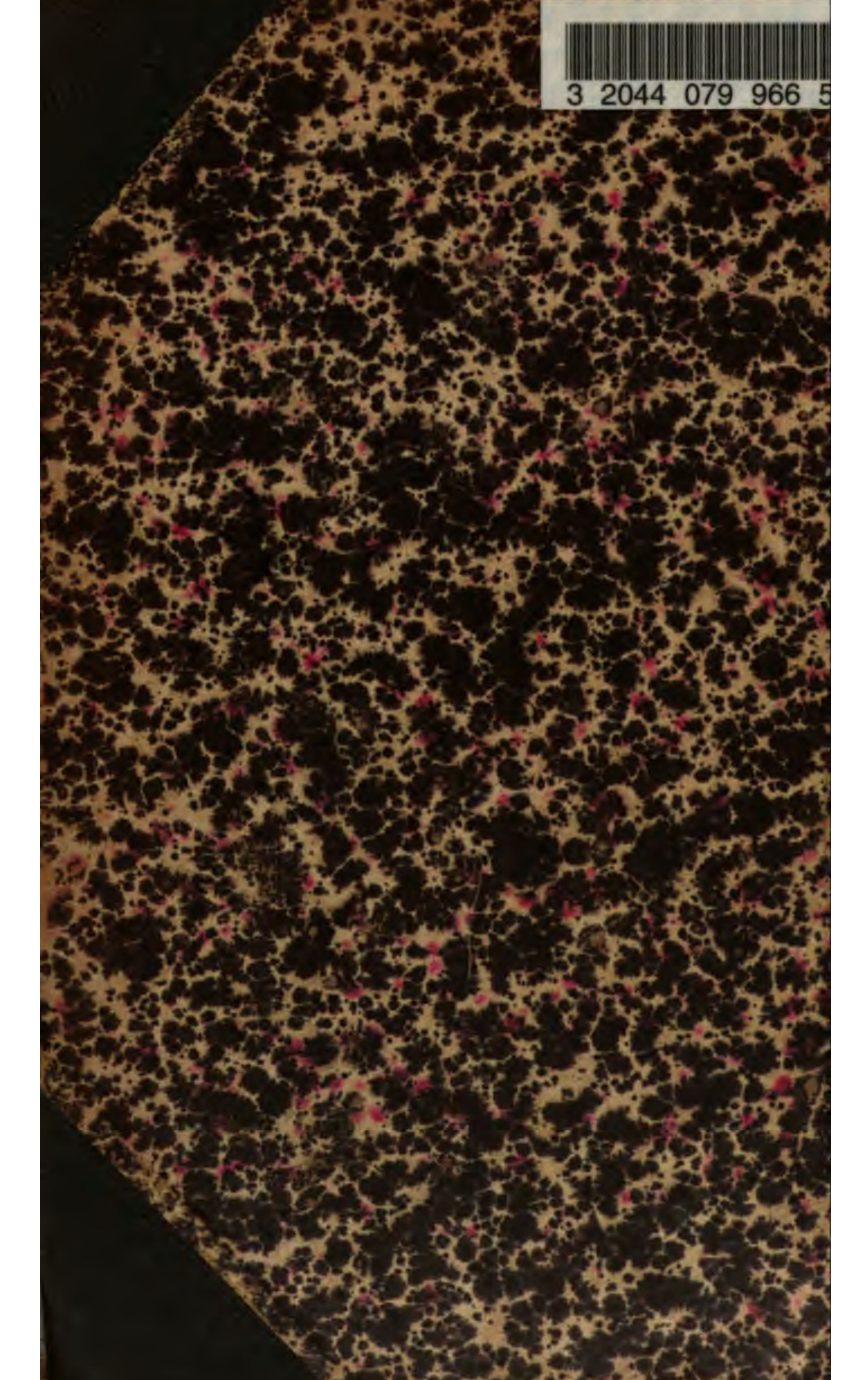
Profil nach c-d

A. Sohle
B. Rampen
C. Jauchegrube
D. Umfassungsmauer
E. Verstärkungspfeiler
F. Einhängebäume



Giebel-Ansicht

Zu Heiden Lehrbuch der Düngerlehre II. Auflage. Verlag v. Philipp Cohen, Hannover 1887.


3 2044 079 966 5